ACTAS DEL
V CONGRESO DE LA SEAE – I CONGRESO IBEROAMERICANO DE AGROECOLOGÍA

La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario

Gijón, 16 al 21 de septiembre de 2002

ORGANIZADORES:

- Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
- Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Principado de Asturias.
- CYTED
- AGROBIO.

Editores:

Enrique Dapena de la Fuente
José Luis Porcuna Coto

Colaboradores:

José Angel Díaz García
Marcos Miñarro Prado
María Dolores Blázquez Noguero

ACTAS DEL V CONGRESO DE LA SEAE – I CONGRESO IBEROAMERICANO

La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario.
Actas del V Congreso de la Seae – I Congreso Iberoamericano, celebrado en Gijón, 16 al 21 de septiembre de 2002.

Los autores se responsabilizan de la información contenida en los artículos.

Edita: SERIDA, SEAE y CYTED
Depósito legal: As-3.632/02
Imprime: Asturgraf (Granda, Siero)

Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual (by-nc-sa):
No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.

COMITÉ DE HONOR

- Excmo. Sr. Presidente del Principado de Asturias. D. Vicente Álvarez Areces.
- Ilma. Sra. Alcaldesa de Gijón. Dña. Mª Paz Fernández Felgueroso.
- Ilmo. Sr. Consejero de Medio Rural y Pesca. D. Santiago Menéndez de Luarca Navia Osorio.
- Ilmo. Sr. Consejero de Medio Ambiente. D. Herminio Sastre Andrés.
- Ilmo. Sr. Presidente del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. D. Adolfo Cazorla Montero.
- Director General de Agroalimentación. Consejería de Medio Rural y Pesca. D. Enrique Pantín Chao.
- Director General de Universidades e Investigación. D. Adolfo Rodríguez Asensio.
- Director-Gerente del SERIDA. D. Pedro Castro Alonso.
- Director del Instituto de Desarrollo Rural. D. Santiago Alonso González.
- Secretario General del CYTED. Dr. José Antonio Cordero.

COMITÉ CIENTÍFICO

- Antonio Bello Pérez. CSIC Madrid.
- Enrique Dapena de la Fuente. SERIDA. Asturias.
- Juan José Mangas Alonso. Jefe del Departamento de Investigación del SERIDA. Asturias.
- Koldo Osoro Otandui. SERIDA. Asturias.
- Miguel Ángel Álvarez García. Vicedirector del Indurot. Universidad de Oviedo.
- José Luis Porcuna Coto. Consejería de Agricultura de la Generalitat Valenciana.
- Juana Labrador Moreno. Universidad Politécnica de Badajoz.
- Ignacio Amián Novales. Diputación de Córdoba.
- José Manuel Naredo Pérez. Fundación Argentaria. Madrid.
- Clemente Mata Moreno. Universidad de Córdoba.
- Roberto García Trujillo. ISEC Universidad de Córdoba.
- José Ramón Díaz Álvarez. Coordinador del Subprograma XIX (CYTED).
- Eugenio Ángel Chacón (CYTED).
- Raquel Sousa. Técnica de AGROBIO.
- Nicolás Olea. Universidad de Granada.
- Joan Martínez Alier. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mª Dolores Raigón Jiménez. EUITA. Universidad Politécnica de Valencia.

COMITÉ ORGANIZADOR

- Enrique Dapena de la Fuente. Presidente del Comité Organizador.
- José Luis Porcuna Coto. Presidente de SEAE. Consejería de Agricultura de la Generalitat Valenciana.
- Pedro Castro Alonso. Director-Gerente del SERIDA. Asturias.
- Víctor Gonzálvez Pérez. Coordinador Técnico de la SEAE.
- Ignacio Amián Pérez Novales. Vicepresidente de SEAE.
- Jaume Vadell Adrover. Secretario de SEAE. Universidad Islas Baleares.
- José Julián Llerena. Tesorero de SEAE. CSIC Barcelona.
- Carlos Nogueroles Andreu. Vocal SEAE. Gran Canaria.
- Ramón Meco Murillo. Vocal de SEAE. Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla-La Mancha. Toledo.
- Roberto García Trujillo. Vocal de SEAE. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba.
- Clemente Mata Moreno. Miembro de SEAE. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.
- María Rodríguez Suárez. Presidenta del COPAE. Asturias.
- Miguel Ángel Fueyo Olmo. SERIDA. Asturias.
- Alfons Domínguez Gento. La Vall de la Casella Coop. V. Valencia.
- José Uranga Balanzategui. Biolur. Navarra.
- Alberto Baranda Álvarez. SERIDA. Asturias.

ORGANIZADORES

- Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).
- Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Principado de Asturias.
- CYTED.
- AGROBIO.

ENTIDADES QUE COLABORAN

- Coordinadora Asturiana de Agricultura Ecológica (CADAE).
- Consejo Regulador de la Producción Agraria Ecológica de Asturias (COPAE).
- Asociación de Desarrollo de la Ganadería Ecológica (ADGE).

ENTIDADES PATROCINADORAS

- Principado de Asturias
- Ayuntamiento de Gijón
- FICYT
- Cámara Oficial de Comercio de Gijón
- INIA
- Cajastur

Este V Congreso de la SEAE desarrollado en la ciudad de Gijón, que fue además el I Congreso Iberoamericano de Agroecología, ha concitado una gran participación tanto en el número de asistentes como en el número de comunicaciones presentadas, lo que es un indicativo de la creciente fuerza e importancia que va tomando la agricultura ecológica en nuestra sociedad.

El Congreso ha consistido, en la realización durante los dos primeros días de cinco talleres sobre "Elaboración de pan", "Análisis y control de los alimentos", "Agroecología y control de plagas", "Metodología participativa sobre experimentación y asesoramiento en agricultura ecológica y desarrollo rural", y "El mercado de la AE. Iniciativas e innovaciones en la comercialización de productos ecológicos. Mejora del consumo local, regional y estatal. La PAC, la OMC y la AE". A continuación, durante tres días se impartieron siete conferencias sobre "Agroecológica: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables", "La agricultura ecológica como estrategia de desarrollo para países pobres", "El suelo en agricultura ecológica. Manejo de un ente vivo", "La agricultura ecológica como sumideros de CO_2. Sus efectos sobre el cambio climático", "Comercialización de productos biológicos. Iniciativas sobre una normativa del Sur para un consumo local y regional", "Conocimientos técnicos de interés para el desarrollo de sistemas de producción de carne ecológica con rumiantes", "Producción ecológica de leche y sanidad animal" y se desarrollaron sesiones de comunicaciones orales y paneles sobre los siguientes temas:

I. Desarrollo rural y de la producción ecológica en España y Portugal
II. Aplicación de la agroecología en países en desarrollo
III. Ética, economía, investigación y formación
IV. Suelo y fertilización
V. Biodiversidad, conservación, evaluación y utilización de recursos fitogenéticos
VI. Sistemas de producción vegetal. Manejo y prácticas culturales ecológicas
VII. Sanidad vegetal. Control biológico y alternativas de protección de cultivos
VIII. Manejo agroecológico de sistemas ganaderos
IX. Calidad y transformación de los alimentos ecológicos
X. Comercialización, normativa y certificación

Se han realizado mesas redondas sobre "el papel de los sindicatos y el movimiento asociativo en el desarrollo de una agricultura ecológica" y "un plan estratégico para el desarrollo de la agricultura ecológica", dada la importancia que estas dos materias tienen en la situación actual.

También se han efectuado visitas a fincas y granjas ecológicas y a espacios de interés agroambiental del Principado de Asturias, a fin de permitir un contacto directo con la realidad.

El V Congreso de la SEAE y I Iberoamericano de Agroecología ha sido organizado por la SEAE y el SERIDA junto a CYTED y AGROBIO, contando además con la colaboración de CADAE, COPAE y ADGE y el patrocinio del Gobierno del Principado de Asturias, el Excmo. Ayuntamiento de Gijón, FICYT, la Cámara de Comercio de Gijón, el INIA y Cajastur. A todos ellos queremos agradecerles su contribución.

La realización del I Congreso Iberoamericano de Agroecología nos ha servido de marco de encuentro para la cooperación técnica y científica Iberoamericana sobre agricultura y ganadería ecológicas. Sin lugar a dudas, esta cooperación e intercambio se presenta al mismo tiempo como una oportunidad y una necesidad de trabajar juntos en la investigación y en el desarrollo de estrategias para el diseño, la evaluación y el manejo de agroecosistemas sostenibles que permitan hacer posible el derecho de los pueblos a alimentarse por si mismos, a producir sin hipotecar la calidad de los recursos naturales y a ofrecer un horizonte digno y saludable a los que aún tienen que nacer.

Así mismo, este Congreso ha sido una oportunidad para impulsar el desarrollo de la agricultura ecológica y la diversificación en Asturias y la Cornisa Cantábrica.

Durante la clausura de este Congreso se ha realizado un reconocimiento al agricultor Santiago Pérez Pérez y su familia por la importante labor realizada en Asturias en el desarrollo de la agricultura ecológica, nombrándosele Socio de Honor de la SEAE.

En este V Congreso de la SEAE – I Congreso Iberoamericano de Agroecología nos habíamos planteado el objetivo de entregar el Libro de Actas del Congreso durante la celebración del mismo. Dadas las dificultades y enorme esfuerzo que representa la recepción, armonización y ordenación de las comunicaciones no fue posible concluirlo para su entrega durante el Congreso, pero afortunadamente sí en un reducido intervalo de tiempo.

Se ha asumido una cierta heterogeneidad en la presentación, con el ánimo de facilitar la participación y comunicación desde diferentes ópticas. Consideramos que este Libro de Actas refleja la variedad temática, así como un éxito en cuanto a participación y calidad de un Congreso consolidado, que además se ha abierto al ámbito internacional.

Por último, deseamos expresar nuestro agradecimiento a cuantos han participado y contribuido al éxito del Congreso.

José Luis Porcuna Coto

Presidente de la SEAE

Enrique Dapena de la Fuente

Presidente del Comité Organizador

SUMARIO

VOLUMEN I

Comités 5
Organizadores, colaboradores y patrocinadores 6
Presentación 7

CONFERENCIAS

Agroecológica: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables.
M. A. ALTIERI, C. I. NICHOLS 25
La agricultura ecológica como estrategia de desarrollo para países pobres.
F. FUNES. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, MINAG-Cuba 33
El suelo en agricultura ecológica. Manejo de un ente vivo.
A. BELLO, J. J. IBAÑEZ, A. GARCÍA-ÁLVAREZ. Centro de Ciencias Medio-ambientales. CSIC. 43
La agricultura ecológica como sumideros de CO_2. Sus efectos sobre el cambio climático.
M. J. SANZ. Fundación CEAM (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo) 65
Comercialización de productos biológicos. Iniciativas sobre una normativa del Sur para un consumo local y regional.
J. PICAZOS. BIOCOP 73

COMUNICACIONES

I. DESARROLLO RURAL Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN ESPAÑA Y PORTUGAL

La agricultura ecológica en España e Italia: factores de influencia en su desarrollo.
A. M. ALONSO, F. VENTURA, P. L. MILONE, G. GUZMÁN, M. D. DOMÍNGUEZ, X. SIMÓN 83
A politica agraria común da UE dende unha perspectiva ambiental.
S. BOBO 95

Contribución del grupo regional de IFOAM-UE al desarrollo de la agricultura ecológica en Europa.
V. GONZÁLVEZ 101
Impacto socioeconómico del desarrollo rural en España.
X. SIMÓN, M. D. DOMÍNGUEZ, A. M. ALONSO 113
A Multifuncionalidade da Agricultura Biológica no Desenvolvimento Local.
M. R. PONTE DA LUZ..... 125
Potencialidades y limitantes de la agricultura ecológica en Extremadura.
M. I. GRUESO, R. GARCÍA TRUJILLO..... 133
Ojos de Guadiana. (Cooperativa de Ganaderos Manchegos).
J. SERNA, J. M. SÁNCHEZ 143
Posibilidades de desarrollo del castaño ecológico en el Parque Natural “Sierra de Aracena y Picos de Aroche” (Huelva).
V. MOYA, I. AGUIRRE 151
La producción ecológica de manzano en Cataluña: estado actual y perspectivas.
J. ISART, N. VALLE 159

II. APLICACIÓN DE LA AGROECOLOGÍA EN PAÍSES EN DESARROLLO

Un modelo de finca integral de desarrollo sostenible “Una experiencia panameña”.
E. A. CHACÓN 173
Agricultura familiar urbana, nuevos movimientos sociales y agroecología: producción de verduras ecológicas para mitigar el hambre y generar un proceso de desarrollo local en la ciudad de Rosario. Argentina.
E. ASATO, A. LATTUCA, C. LEMOS, S. MARANI, G. OTTMANN, R. TERRILE, R. TIMONI, G. RÓTOLO 183
Pro-Huerta. Proyecto integrado de huertas orgánicas familiares y comunitarias.
J. C. MAROCHI 191
Sistema integrado de Produção Agroecológica: uma experiência de pesquisa no Brasil.
D. LOPES, J. G. MARINHO, R. LINHARES, A. FEIDEN, S. ROMERO, R. DE LUCENA DUARTE, A. C. DE SOUZA, M. C. DE ARAÚJO..... 197
A Conversão de Sistemas Convencionais para Sistemas Orgânicos de Produção no Brasil.
R. LINHARES, D. LOPES, V. VITOI, A. FEIDEN..... 205
Adoção da Agricultura Orgânica por produtores de hortaliças no Estado de São Paulo - Brasil.
R. LINHARES 215
Adoçao da Agricultura Orgânica por Produtores de Café no Brasil.
R. LINHARES 225
Agroecología y desarrollo en Chile. Aproximación crítica a la reproducción de estilos metodológicos convencionales.
N. CARRASCO, R. MONTALBA 235
Incorporación de prácticas agrícolas modernas en sistemas tradicionales y su efecto en la incidencia y daño de plagas: una aproximación agroecológica a partir del estudio de sistemas hortícolas mapuche.
R. MONTALBA..... 243

Importancia de la socialización del conocimiento local para la conservación de la diversidad bio-cultural: el caso de Armerillo (Chile).
S. F. PEREDO, C. P. BARRERA 251
Agricultura ecológica en México: oportunidades y limitantes para su desarrollo.
J. QUEITSCH 259
Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo agrícola regional en México. Una propuesta metodológica.
P. TORRES, L. RODRÍGUEZ, O. SÁNCHEZ 267
Una estrategia para impulsar la agricultura sostenible en Mesoamérica y el Caribe.
M. ARDÓN, E. BAUMEISTER, V. GONZALVEZ, M. MANCHADO, D. MONTERO, P. PANDILLA, A. ZAMBRANO, E. ZAMORA 277
6.000 pequeños huertos familiares y escolares para el autoabastecimiento y mejora de la nutrición en las comunidades rurales de Anantapur, India. Proyecto de Fundación Vicente Ferrer.
J. MOSCARDÓ 297

III. ÉTICA, ECONOMÍA, INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN

Aproximación a los principios de Agricultura Ecológica.
A. MOLINA, J. PÉREZ SARMENTERO..... 307
Gaia y agroecosistemas, ¿Organismos saludables?
A. MOLINA..... 315
Beneficios derivados de la agricultura ecológica.
X. SIMÓN, M. D. DOMÍNGUEZ, A. M. ALONSO, G. I. GUZMÁN 321
Evaluación de sustentabilidad de la explotación hortícola convencional y ecológica. Estudio de casos en Asturias.
S. BOBO 331
Método e Indicadores para Avaliação de Impactos Ambientais do Sistema de Produção Orgânica de Hortaliças em Estabelecimientos Familiares Rurais.
G. STACHETTI, C. CAMPANHOLA, P. J. VALARINI 341
La investigación y extensión de la agricultura ecológica en España: primera aproximación.
V. GONZÁLVEZ 355
La extensión horizontal de la agricultura ecológica: una propuesta para reforzar su mayor diseminación entre los agricultores.
J. SANCHÍS, V. GONZÁLVEZ 377
Investigación participativa y compromiso social para una gestión ecológica en horticultura.
L. DE LEÓN, P. ACOSTA, A. BELLO 389
Aplicaciones agroecológicas de los índices de diversidad: análisis de su utilidad para la evaluación de la biodiversidad agrícola.
S. F. PEREDO, C. P. BARRERA 399
Cómo y cuándo controlar una plaga: La Mosca Mediterránea de la Fruta, un ejemplo.
A. ALEMANY, M. A. MIRANDA, D. CASTRO, C. MARTÍN ESCORZA 409

IV. SUELO Y FERTILIZACIÓN

Efecto del estrés térmico e hídrico sobre las actividades deshidrogenasa y fosfomonoesterasa alcalina de suelos bajo cultivo ecológico y convencional.
M. RIBÓ, R. CANET, R. ALBIACH, F. POMARES 423
Evolución de nutrientes disponibles en un suelo enmendado con distintos tipos de estiércoles.
I. BAUTISTA, LL. TORMO..... 431
Efectos de la fertilización orgánica en cultivos hortícolas: Producción, balance de nutrientes y de materia orgánica.
A. GÓMEZ, F. POMARES, R. ALBIACH, R. CANET, C. BAIXAULI 443
Evaluación de los cambios en el suelo durante tres años de seguimiento bajo cultivo ecológico y convencional de cítricos en la comarca de l'Horta. (Valencia).
M. D. SORIANO, I. LLORET, R. BOLUDA 453
Efecto de la cubierta vegetal y la dosificación del estiércol sobre la actividad biológica en suelos citrícolas ecológicos.
A. GARMENDIA, J. CRUZ, C. DIEGO, C. GUERRERO, M. D. RAIGÓN..... 465
Actividad biológica de suelos en reconversión a la agricultura ecológica.
S. MELERO, J. F. HERENCIA, J. A. RUIZ, J. C. RUIZ 475
Indicadores y método para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo en la conversión a agricultura ecológica.
M. MATA, M. GARRIDO, P. LONGHURST, R. SEATON..... 483
Utilización de Herramientas Participativas para el Manejo y Conservación de los Suelos y Aguas. Microcuenca Monte Carmelo, municipio. Andrés Eloy Blanco, estado Lara, Venezuela.
Mª E. MORROS, A. QUIRÓZ, J. A. SALAS, J. J. BRITO..... 493
Compostos de plantas com actividade aleloquímica.
A. AGUIAR, M. BASTOS 503
El compostaje de orujo de oliva de dos fases: viabilidad del proceso y potencial del compost como abono en agricultura ecológica.
J. CEGARRA, J. A. ALBURQUERQUE, J. GONZÁLVEZ, D. GARCÍA..... 509
Aplicaciones prácticas de hongos formadores de micorrizas en sistemas agrícolas de Lanzarote. (Resumen).
M. C. JAIZME-VEGA, T. ALCOVERRO, A. GARRIDO, G. MORALES 517
Manejo de la fertilización nitrogenada y selección de hospedero por *Phillotreta cruciferae* G. *(Coleoptera: Chrisomelidae):* comparación entre fertilización químico sintética y biológica.
R. MONTALBA, M. A. ALTIERI 519

V. BIODIVERSIDAD, CONSERVACIÓN, EVALUACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

Conservación y uso de variedades tradicionales hortícolas.
J. CEBOLLA CORNEJO, S. SOLER, F. NUEZ 529
Poblaciones españolas de colleja (*Silene vulgaris*): evaluación agronómica para su introducción en cultivo ecológico.
P. GARCÍA, J. TARDÍO, R. ALARCÓN..... 537

Agronomía y calidad harino-panadera en variedades locales de escanda: primer año de ensayo.
J. A. OLIVEIRA 543
Caracterización participativa de variedades locales de tomate en el medio urbano de Sevilla para su posible uso en la agricultura ecológica.
J. M. GONZÁLEZ, J. J. SORIANO, I. AGUIRRE..... 551
Evaluación de recursos genéticos de *Atriplex halimus* en Castilla-La Mancha como fuente nutritiva en ganadería ecológica.
J. FERNÁNDEZ, J. A. LÓPEZ, J. J. GARCÍA 561
Selección de germoplasma de aguacate raza antillana para su utilización como patrones tolerantes-resistentes a *Phytophthora cinnamomi* Rands. (Resumen)
L. GALLO, A. RODRÍGUEZ, S. PÉREZ, S. DÍAZ , P. DOMÍNGUEZ..... 569

VI. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN VEGETAL, MANEJO Y PRÁCTICAS CULTURALES ECOLÓGICAS

Produção de Maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims), segundo o modo de produção biológico, na ilha de S. Miguel, Açores.
A. STRECHT..... 573
Adopción de prácticas de cultivo con impacto ambiental positivo: un análisis en plantaciones de mango en la costa subtropical del sureste español.
J. CALATRAVA, S. SAYADI 581
Estudio comparativo de las prácticas agronómicas utilizadas en la olivicultura ecológica y convencional del sur de España.
C. PARRA, J. CALATRAVA..... 589
Estudio comparativo de la producción ecológica y convencional de aceite de oliva en la comarca de Sierra Mágina (Jaén).
A. ALONSO, G. I. GUZMÁN, C. SERRANO..... 599
Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada).
G. I. GUZMÁN, C. SERRANO, A. M. ALONSO 611
Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada).
G. I. GUZMÁN, C. SERRANO, A. M. ALONSO 623
Viabilidad del cultivo del almendro en agricultura convencional y ecológica en el campo de Cartagena (Murcia).
J. CONTRERAS, J. J. MARTÍNEZ, M.ª J. BAÑOS 633
Evaluación de poblaciones naturales de gramíneas silvestres para el establecimiento de cubiertas vegetales en olivar.
P. GARCÍA, C. CASANOVA, C. SOLER 639
Evaluación de cubiertas de tréboles subterráneos y de vegetación residente encaminada hacia estrategias de manejo para establecer un viñedo ecológico.
A. J. HERNÁNDEZ, J. PASTOR, N. PRIETO, C. LACASTA..... 645
Interacções entre a fertilidade do solo, resistência ao míldio (*Phytophthora infestans*) e rendimento na produção biológica de batatas.
J. SANTOS, S. WILCOCKSON, J. ZARB, R. SHIEL, C. LEIFERT 659

Resultados de los ensayos de variedades de tomate de industria de agricultura ecológica de los años 1999, 2000 y 2001 en Aragón.
F. VILLA, J. A. SASOT, J. I. MACUA, M. LUMBRERAS, A. RUIZ 665
Comportamiento de la fresa bajo el sistema de cultivo ecológico en transición.
S. R. DE MELLO 677
Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) para su aplicación en cultivo ecológico.
A. MORENO, M. Mª MORENO, F. RIBAS, Mª J. CABELLO..... 685
Estudio de la fertilización y el desherbado en el cultivo de cebada en secano.
G. PARDO, F. VILLA, J. AIBAR, J. A. LEZAÚN, C. LACASTA, R. MECO, P. CIRIA, C. ZARAGOZA 691
Avena, centeno y triticale como tutores de guisante y veza en rotaciones forrajeras ecológicas.
R. SUÁREZ, N. DÍAZ, J. PIÑEIRO, C. SANTOALLA 701
Ensayos de rotaciones en agricultura ecológica y convencional en los llanos de Albacete. Resultados de cebada de la campaña 2000/01.
C. FABEIRO, I. CAMPOS, R. GUARDADO, M. RUBIO, N. MAIRE..... 711
Manejo de poblaciones de *Papaver rhoeas* en cereal de invierno en zonas semiáridas de Cataluña mediante técnicas no químicas.
A. CIRUJEDA, R. ANGUERA, A. TABERNER..... 725
Estudio de la flora arvense asociada a los cereales de ambientes semiáridos en rotación de cultivos de secano.
J. CHAO, C. LACASTA, E. ESTALRICH, R. MECO, R. GONZÁLEZ PONCE..... 733
Biología y control de *Rumex obtusifolius* L. en sistemas ecológicos.
F. X. SANS, J. PINO, R. M. MASALLES 741
Escarda mecánica en faba granja asturiana.
R. PELÁEZ, L. FERNÁNDEZ 753
Estudio de la eficiencia en el uso del agua de diferentes acolchados mediante contenedores.
M. COLOMBÀS, P. MIRALLES, M. ADROVER, A. SÁNCHEZ-FORSS, J. VADELL..... 759
Calidad del agua, indicadores de sostenibilidad y agricultura de regadío.
X. NEIRA, T. CUESTA, J. DAFONTE, J. CANCELA..... 767

VOLUMEN II

VII. SANIDAD VEGETAL. CONTROL BIOLÓGICO Y ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Evaluación de la incidencia de la mosca del olivo (*bactrocera oleae* GMELIN) y exploración de sus parasitoides en diferentes sistemas de manejo en Los Pedroches, Córdoba y Deifontes, Granada. Resultados preliminares.
J. SÁNCHEZ ESCUDERO, G. GUZMÁN, E. VARGAS 791

Uso de fitosanitarios naturales en el control ecológico del minador de los cítricos en plantones de mandarino.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, E. LANCHAZO, J. ARMENGOL, J. M. CAROT 801
Estudio comparativo entre un manejo agroecológico de plagas *Coccidae y Ortezidae* y uno unilateral, químico, en naranjos y olivos.
E. ZÚÑIGA, J. SCHEFFELT, G. PIZARRO 813
Control del Piojo Rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskel (*Hemiptera: Diaspididae*), con aceite parafínico en navelina ecológica.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, A. RUBIO-SERRA, A. BONO, R. LABORDA 821
Fitotoxicidad a corto plazo del polisulfuro de cal y el aceite parafínico como tratamiento de cochinillas en cítricos ecológicos.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, E. CHULIÁ FERRANDIS, J. BOLINCHES 829
Eficacia de la rotenona y dos extractos de neem en el control del pulgón ceniciento del manzano.
M. MIÑARRO, E. DAPENA 837
Influencia de diversas técnicas de control de adventicias sobre una comunidad de estafilínidos (*Coleoptera: Staphylinidae*) en un cultivo de manzano.
V. A. SUÁREZ-ÁLVAREZ, M. MIÑARRO 847
Efectos de la aplicación de insecticidas ecológicos y convencionales sobre maíz forrajero. Los beneficios ecofisiológicos del nim.
N. PEDROL, C. GONZÁLEZ, A. MARTÍNEZ..... 855
Seguimiento de las plagas y enfermedades del almendro en agricultura convencional y ecológica en el campo de Cartagena (Murcia).
J. CONTRERAS, J. J. MARTÍNEZ, Mª J. BAÑOS 867
¿Es la introducción de especies exóticas para el control biológico de plagas totalmente compatible con la producción agraria ecológica?
V. A. SUÁREZ-ÁLVAREZ, L. CAPDEVILA-ARGÜELLES, B. ZILLETTI 875
¿Compensa la fotoselectividad en mallas anti-insectos en invernaderos mediterráneos?
E. J. FERNÁNDEZ, M. DÍAZ, F. CAMACHO, D. GALLARDO, J. J. CARMONA . 881
Manejo ecológico de *Trialeurodes vaporarium* West en tomate orgánico en Uruguay.
A. RODRÍGUEZ, E. M. DEL POZO..... 887
Comportamiento de la variedad “Boludo” y control de *Leveillula taurica* en condiciones de cultivo orgánico en Canarias.
J. M. HERNÁNDEZ, T. ALCOVERRO, S. SABADELL 895
Desarrollo de sistemas de muestreo para *Benisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica de pimiento del sureste español.
P. FERNÁNDEZ, M. MIGUEL, P. GUIRAO, M. ZAMORA, A. ALCÁZAR, M. ONCINA, A. LACASA..... 897
Empleo de enemigos naturales para la regulación de las poblaciones de *Benisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica del sureste español.
P. FERNÁNDEZ, M. MIGUEL, A. ALCÁZAR, M. ONCINA, A. LACASA 907
Incidencia de la araña amarilla común *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) en el sistema de transición del cultivo de la fresa.
S. R. DE MELLO 913

Incidencia en postcosecha, a temperatura ambiente, de alteraciones fisiológicas en cítricos ecológicos y convencionales.
M. D. RAIGÓN, A. DOMÍNGUEZ GENTO, D. SOLER SANGÜESA 921
Epidemiología del virus del bronceado del tomate (TSWV). Relación entre la proporción de trips virulíferos e incidencia del TSWV. Adaptación a sistemas de agricultura ecológica.
A. ALCÁZAR, A. LACASA, M. MIGUEL, P. FERNÁNDEZ, M. ONCINA, J. A. SÁNCHEZ..... 929
Desinfección de semillas de tomate infectadas por el virus del mosaico del pepino dulce (PEPMV).
M. C. CÓRDOBA, C. JORDÁ..... 939
Influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo del síndrome del “False Broomrape”.
M. C. CÓRDOBA, J. TELLO, C. JORDÁ 941
Bacteriosis producidas por *Pseudomonas* en alubia de León.
Y. DÍAZ, B. REINOSO, A. J. GONZÁLEZ 943
Efecto de los extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados sobre oídio de las cucurbitáceas *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer.
J. SINOBAS, C. IGLESIAS, F. GEA, J. C. TELLO..... 951
El injerto como forma de control de los patógenos en cultivos ecológicos de pimiento.
C. ROS, M. A. MARTÍNEZ, A. LACASA, M. M. GUERRERO, P. GUIRAO, M. C. MARTÍNEZ, N. BARCELÓ, J. A. LÓPEZ..... 957
Respuesta al injerto en melón Cantaloup como alternativa al $BrCH_3$ en Guatemala.
E. J. FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, J. C. TELLO, E. TRABANINO, L. F. CALDERÓN, E. DUBÓN, I. CABRERA..... 967
La importancia de las enfermedades de los lentejares de Castilla-La Mancha sugiere la existencia de un agrosistema “supresor”.
D. DÍAZ, J. C. TELLO, F. J. GEA..... 973
Supresividad de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid frente a hongos fitopatógenos.
F. DIÁNEZ, M. SANTOS, R. BLANCO, J. VILLAESCUSA, M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, J. YÉLAMOS, F. J. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 983
Evaluación de la capacidad supresora de la microbiota presente en el compostado de residuos de olivo (alperujo**)**.
M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, J. YÉLAMOS, F. DIÁNEZ, M. SANTOS, J. VILLAESCUSA, R. BLANCO, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. C. TELLO 993
Potencial antagonista in vitro de la microbiota fúngica aislada de los compostados de alperujo de olivo más cascarilla de arroz, orujo de vid, sustrato agotado de champiñón y residuo industrial de corcho.
J. VILLAESCUSA, J. YÉLAMOS, F. DIÁNEZ, M. SANTOS, M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, R. BLANCO, F. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 999

Una alternativa ecológica para el residuo industrial de corcho: análisis de la capacidad del compost del residuo industrial del corcho para suprimir enfermedades de los cultivos causadas por hongos del suelo.
J. R. MONTOYA TORRES, A. A. GÓMEZ BAENA, R. BLANCO, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. C. TELLO 1005
Evaluación *in vitro* del compostado del champiñón y análisis de su capacidad supresora frente a enfermedades edáficas.
P. CASTILLO, F. DIÁNEZ, M. CHEBÂANI, J. YÉLAMOS, J. VILLAESCUSA, M. SANTOS, R. BLANCO, F. J. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 1009
Desinfección del suelo mediante biofumigación con solarización en cultivos ecológicos de pimiento de invernadero.
M. A. MARTÍNEZ, A. LACASA, M. M. GUERRERO, C. ROS, P. GUIRAO, M. C. MARTÍNEZ, N. BARCELÓ, M. ONCINA, A. BELLO 1015
Efectos de la biofumigación con solarización sobre las propiedades de los suelos para cultivos de pimiento en agricultura ecológica.
M. ROS, J. A. PASCUAL, C. GARCÍA, T. HERNANDEZ, M. M. GUERRERO, A. LACASA, P. FERNÁNDEZ, C. ROS, P. GUIRAO 1021
Efectos del bromuro de metilo y la biofumigación con solarización sobre la microbiota fúngica, actinomicética y bacteriana de suelos cultivados con pimiento en Murcia.
J. A. YÉLAMOS, P. CASTILLO, F. DIÁNEZ, J. VILLAESCUSA, M. SANTOS, M. CHEBÂANI, R. BLANCO, A. LACASA, J. C. TELLO 1023
Solarización: un tratamiento físico de desinfección de suelo que incrementa la producción del cultivo de tomate.
S. DÍAZ, A. RODRÍGUEZ, P. DOMÍNGUEZ, T. ALCOVERRO, L. GALLO 1027
Caracterización de la entomofauna y nematofauna asociada a un cultivo ecológico de patata en La Rioja. Interés de los nemátodos entomopatógenos.
J. JIMÉNEZ, R. CAMPOS, M. ESCUER, A. GARCÍA, C. GUTIÉRREZ 1029
El cultivo de patata en rotación con faba y presencia de *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 en Asturias.
E. ROA, M. A. DÍEZ-ROJO, M. ESCUER, M. BRAÑA, A. BELLO 1039
Nemátodos transmisores de virus encontrados en La Rioja y Navarra. Su repercusión en los viñedos y cultivos hortícolas.
M. ARIAS, J. FRESNO, J. A. LÓPEZ-PÉREZ, C. GUINEA 1049
Nemátodos transmisores de virus de la familia Trichodoridae asociados al cultivo de manzano en Asturias.
J. A. LÓPEZ PÉREZ, M. ARIAS, J. FRESNO, E. DAPENA 1059
Ecología y control de *Meloidogyne incognita* en hortalizas de la Comarca de Villena (Alicante).
J. A. LÓPEZ-PÉREZ, A. BELLO, A. GARCÍA-ÁLVAREZ, R. SANZ, M. A. DIEZ, J. C. FERRÁNDIZ, R. DOMENE..... 1067
Alternativas no químicas y control de nemátodos en cultivos de Castilla y León.
M. A. DÍEZ-ROJO, A. BELLO, A. GARCÍA-ÁLVAREZ, M. ESCUER, J. SINOBAS 1079

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de la virosis en el cultivo del tomate.
E. CALVO, A. JIMÉNEZ, J. L. PORCUNA, C. MARTÍN, M. J. SANZ..... 1091
Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos.
M. J. SANZ, E. CALVO, C. MARTÍN, A. JIMÉNEZ, J. L. PORCUNA..... 1099
Daños foliares por ozono en diversas plantas forestales.
M. J. SANZ, J. CERVERÓ, V. CALATAYUD..... 1103
Ozono y daños en patata en la cuenca mediterránea occidental.
M. J. SANZ, J. L. PORCUNA, I. CALVO, C. ESCRIBÁ, A. JIMÉNEZ, E. CALVO,
C. MARTÍN, J. M. VEGA, M. G. ORTEGA, B. MORERA, F. MONTES, J. PAEZ . 1109
Estudio de la eficacia de la materia orgánica como protector frente al ozono en el cultivo de la patata.
I. CALVO, M. J. SANZ, E. CALVO, A. JIMÉNEZ, C. MARTÍN, J. L. PORCUNA .. 1117
Protección de los daños inducidos por los niveles de ozono troposférico en tomate mediante la reducción del riego.
V. BERMEJO, B. S. GIMENO, J. L. PORCUNA 1127

VIII. MANEJO AGROECOLÓGICO DE SISTEMAS GANADEROS

PONENCIAS

Conocimientos técnicos de interés para el desarrollo de sistemas de producción de carne ecológica con rumiantes.
K. OSORO, A. MARTÍNEZ..... 1141
Producción ecológica de leche y sanidad animal.
M. HOVI, R. GARCÍA TRUJILLO 1149

COMUNICACIONES

Valoración de aspectos relacionados con las posibilidades de implantación de sistemas de producción de carne de vacuno adaptados a la normativa de ganadería ecológica en la comarca de montaña de Riaño (León)
E. SERRANO, P. LAVÍN, A. R. MANTECÓN 1157
Producción de carne de vacuno en sistema ecológico. Requisitos e incidencias económicas, un caso práctico.
P. EGUINOA, J. MANGADO, J. ASIAIN, J. SÁEZ, F. MAEZTU 1169
Estudio comparativo del rendimiento cárnico en vacuno de dehesa bajo sistemas de producción ecológico y convencional.
S. GARCÍA TORRES, A. ROBLES LOBO, M. M. LÓPEZ PARRA, M. ESPEJO
DÍAZ, M. IZQUIERDO CEBRIÁN..... 1179
Manejo reproductivo de vacas nodrizas compatible con la normativa de la producción ecológica.
A. SANZ, I. CASASÚS, A. BERNUÉS, R. REVILLA 1191

Noticias de una investigación en marcha: la producción lechera familiar como estrategia productiva de persistencia en el sur de la provincia de Santa Fe. Argentina.
P. MARINI, R. BIOLATTO, A. BASSI, M. TOBIN, G. OTTMANN 1203
Estudio de la producción de leche de oveja de raza guirra en manejo ecológico.
J. PONT 1213
Produção de forragem em sistema de produção orgânica de leite, na área de influência da mata atlântica, Brasil.
L. J. MAGALHAES, E. NOGUEIRA FERNANDES, D. S. CAMPOS PACIULLO, M. MESQUITA CARVALHO, J. DA COSTA CARNEIRO 1217
Influencia de la intensidad de uso ganadero en la composición florística y en la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas.
L. SUANCES, J. PEREZ-SARMENTERO, A. MOLINA, J. M. DE MIGUEL 1225
Estudio de la composición química del pasto en relación con las características del suelo y la intensidad de uso ganadero.
L. SUANCES, J. PEREZ-SARMENTERO, A. MOLINA, M. S. GARRIDO..... 1235
Efectos de la asociación maíz-soja forrajera sobre producción y valor nutritivo. Calidad fermentativa de los ensilados resultantes.
B. DE LA ROZA, A. MARTÍNEZ, A. ARGAMENTERÍA 1245
Cultivo de maíz forrajero ecológico.
J. PIÑEIRO, R. SUÁREZ, N. DÍAZ, J. FERNÁNDEZ..... 1253
Experiencias sobre producción ecológica de huevos de gallina en la Comunidad Valenciana.
V. GARCÍA-MENACHO, J. PONT ANDRÉS, P. RIVAS CERVERÓ, J. MARTÍ GARCÍA 1263
Primera experiencia en cunicultura ecológica en la Comunidad Valenciana.
V. GARCÍA-MENACHO OSSET, P. RIVAS CERVERÓ 1273
Control de la varroa con timol. Hacia el control integral y el manejo agroecológico.
J. A. RUIZ, Mª I. GUTIÉRREZ, J. M. RUZ, J. M. FLORES, F. PUERTA, F. CAMPANO..... 1281
Estudio preliminar de la producción de miel en colmenas de desarrollo vertical utilizando métodos alternativos en el control de *Varroa jacobsoni oud.*
J. PONT ANDRÉS, J. ALBERT RUBIO 1299

IX. CALIDAD Y TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Contenido de hierro en el grano de judía de diversas variedades bajo cultivo ecológico y convencional.
M. D. RAIGÓN, G. PALOMARES, I. ORDOÑO, M. ORTIZ-PÉREZ..... 1305
Contenidos de vitamina C, pulpa y aceites esenciales en cítricos ecológicos y convencionales.
A. DOMINGUEZ GENTO, M. D. RAIGÓN, D. SOLER SANGÜESA 1313
Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva.
M. D. RAIGÓN, V. GARCÍA MENACHO, M. D. GARCÍA MARTÍNEZ 1323

Nitratos y materia seca en hortícolas cultivadas en invernadero y en extensivo con nutrición orgánica versus mineral.
J. C. RUIZ, J. F. HERENCIA, S. MELERO, J. A. RUIZ 1333
Niveles de nitratos y proteínas en hortalizas de hoja ancha ecológicas y convencionales.
M. D. RAIGÓN, A. DOMÍNGUEZ-GENTO, S. TORREGROSA..... 1341
Aprovechamiento de componentes funcionales de cortezas de cítricos ecológicos.
M. CHÁFER, A. CHIRALT 1353

X. COMERCIALIZACIÓN, NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Estudio del mercado ecológico en la ciudad de Córdoba.
R. GARCÍA TRUJILLO..... 1365
Conocimiento, valoración y consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares.
M. COLOMBÀS, J. VERA, A. CORTÈS, J. VADELL 1381
Estructura de las preferencias de los consumidores respecto a los productos ecológicos en Castilla-La Mancha.
R. BERNABÉU, A. TENDERO, M. OLMEDA, S. CASTILLO 1389
Productores y consumidores se asocian en torno a productos lácteos orgánicos en Montevideo.
P. ACOSTA CASSINELLI 1399
Influencia de los canales comerciales en el desarrollo de la agricultura ecológica en Europa.
A. ALONSO, K. KNICKEL, N. PARROTT 1409
Influencia del canal de comercialización empleado en el precio final del alimento ecológico.
I. AGUIRRE, G. PIÑERO, J. E. GONZÁLEZ-ZAMORA 1419
Análisis de la situación del transformado de productos ecológicos.
M. CHÁFER 1429
La revisión de la normativa básica en IFOAM: Un ejemplo de integración del sector. Referencia a la última revisión de Victoria (Canadá) 2002.
V. GONZÁLVEZ 1439
Aportaciones al debate sobre la elaboración de la reglamentación europea de semilla ecológica.
J. J. SORIANO NIEBLA, J. ROSELLÓ OLTRA, A. TOLEDO CHÁVARRI..... 1447
La seguridad en los alimentos ecológicos y mecanismos de control.
T. CANTÓ 1457

VOLUMEN I

CONFERENCIAS

Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables

MIGUEL A. ALTIERI

INTRODUCCIÓN

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna. En la actualidad, la cuestión de la producción agrícola ha evolucionado desde una forma puramente técnica hacia una más compleja, caracterizada por dimensiones sociales, culturales, políticas y económicas. El concepto de sustentabilidad, aunque controvertible y difuso debido a la existencia de definiciones e interpretaciones conflictivas de su significado, debido a que captura un conjunto de preocupaciones acerca de la agricultura, la que es concebida como el resultado de la coevolución de los sistemas socioeconómicos y naturales (REIJNTJES y col., 1992). Un entendimiento más amplio del contexto agrícola requiere el estudio de la agricultura, el ambiente global y el sistema social, teniendo en cuenta que el desarrollo social resulta de una compleja interacción de una multitud de factores. Es a través de esta más profunda comprensión de la ecología de los sistemas agrícolas, que se abrirán las puertas a nuevas opciones de manejo que estén más en sintonía con los objetivos de una agricultura verdaderamente sustentable.

El concepto de sustentabilidad ha dado lugar a mucha discusión y ha promovido la necesidad de proponer ajustes mayores en la agricultura convencional para hacerla ambientalmente, socialmente y económicamente más viable y compatible. Se han propuesto algunas posibles soluciones a los problemas ambientales creados por los sistemas agrícolas intensivos en capital y tecnología basándose en investigaciones que tienen como fin evaluar sistemas alternativos (GLIESSMAN, 1998). El principal foco está puesto en la reducción o eliminación de agroquímicos a través de cambios en el manejo, que aseguren la adecuada nutrición y protección de las plantas a través de fuentes de nutrientes orgánicos y un manejo integrado de plagas, respectivamente.

A pesar que ha tenido lugar cientos de proyectos orientados a crear sistemas agrícolas y tecnologías ambientalmente más sanas, y muchas lecciones se han aprendido, la tendencia es aún altamente tecnológica, enfatizando la supresión de los factores limitantes o de los síntomas que enmascaran un sistema productivo enfermo. La filosofía prevaleciente es que las plagas, las deficiencias de nutrientes u otros factores son la causa de la baja productividad, en una visión opuesta a la que considera que las plagas o los nutrientes sólo se transforman en una limitante, si el agroecosistema no está en equilibrio (CARROL y col., 1990). Por esta razón, todavía persiste y prevalece la visión estrecha que la productividad es afectada por causas específicas y por lo tanto, que la solución de estos factores limitantes, mediante nuevas tecnologías, continúa siendo el principal objetivo. Esta visión ha impedido a los agrónomos darse cuenta que los factores

limitantes sólo representan los síntomas de una enfermedad más sistémica inherente a desbalances dentro del agroecosistema y han provocado una apreciación del contexto y la complejidad del agroecosistema que subestima las principales causas de las limitaciones agrícolas.

Por otro lado, la ciencia de la agroecología, que es definida como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos para diseñar agroecosistemas sustentables, provee una base para evaluar la complejidad de los agroecosistemas. La idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una dependencia mínima de agroquímicos y subsidios de energía enfatizando sistemas agrícolas complejos en los cuales las interacciones ecológicas y los sinergismos entre sus componentes biológicos proveen los mecanismos para que los sistemas subsidien la fertilidad de su propio suelo, la productividad y la protección de los cultivos.

PRINCIPIOS DE AGROECOLOGÍA

En la búsqueda por reinstalar una racionalidad más ecológica en la producción agrícola, los científicos y promotores han ignorado un aspecto esencial o central en el desarrollo de una agricultura más autosuficiente y sustentable: un entendimiento más profundo de la naturaleza de los agroecosistemas y de los principios por los cuales estos funcionan. Dada esta limitación, la agroecología emerge como una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensibles y socialmente y económicamente viables.

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abrazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (VANDERMEER, 1995).

Los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos. Centra su atención sobre la forma, la dinámica y función de sus interrelaciones y los procesos en el cual están envueltas. Un área usada para producción agrícola, por ejemplo un campo, es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir, por ejemplo: ciclaje de nutrientes, interacciones predador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos.

El diseño de tales sistemas está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos (REINJNTJES, y col., 1992):

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.

- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo de microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias. Cada una de ellas tiene diferente efecto sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro del sistema de finca, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado. El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, y mantener la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema (Tabla I). El objetivo es diseñar una trama de agroecosistemas dentro de una unidad de paisaje, miméticos con la estructura y función de los ecosistemas naturales.

Tabla I. Procesos ecológicos que deben optimizarse en agroecosistemas

- Fortalecer la inmunidad del sistema (funcionamiento apropiado del sistema natural de control de plagas).
- Disminuir la toxicidad a través de la eliminación de agroquímicos.
- Optimizar la función metabólica (descomposición de la materia orgániza y ciclaje de nutrientes).
- Balance de los sistemas regulatorios (ciclos de nutrientes, balance de agua, flujo y energía, regulación de poblaciones, etc.).
- Aumentar la conservación y regeneración de los recursos de suelo y agua y la biodiversidad.
- Aumentar y sostener la productividad en el largo plazo.

BIODIVERSIFICACIÓN DE AGROECOSISTEMAS

Desde una perspectiva de manejo, el objetivo de la agroecología es proveer ambientes balanceados, rendimientos sustentables, una fertilidad del suelo biológicamente obtenida y una regulación natural de las plagas a través del diseño de agroecosistemas diversificados y el uso de tecnologías de bajos insumos (GLIESSMAN, 1998). Los agroecólogos están ahora reconociendo que los policultivos, la agroforestería y otros métodos de diversificación imitan los procesos ecológicos naturales y que la sustentabilidad de los agroecosistemas complejos se basa en los modelos ecológicos que ellos siguen. Mediante el diseño de sistemas de cultivo que imiten la naturaleza puede hacerse un uso óptimo de la luz solar, de los nutrientes del suelo y de la lluvia (PRET, 1994).

El manejo agroecológico debe tratar de optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales. La estrategia explota las complementariedades y sinergismos que resultan de varias combinaciones de cultivos, árboles y animales, en arreglos espaciales y temporales diversos (ALTIERI, 1994).

En esencia, el manejo óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos y abióticos. A través del ensamble de una biodiversidad fun-

cional es posible iniciar sinergismos que subsidien los procesos del agroecosistema a través de proveer servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el reciclado de nutrientes, el aumento de los artrópodos benéficos y los antagonistas y otros más (ALTIERI y NICHOLLS, 1999). Actualmente, hay una gama diversa de prácticas y tecnologías disponibles las cuales varían, tanto en efectividad, como en valor estratégico. Las prácticas clave son aquellas de naturaleza preventiva, de multipropósito y que actúan reforzando la inmunidad del agroecosistema a través de una serie de mecanismos (Tabla II).

Tabla II. Mecanismos para mejorar la inmunidad del agroecosistema

- Aumentar las especies de plantas y la diversidad genética en el tiempo y el espacio.
- Mejorar la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.).
- Mejoramiento de la materia orgánica del suelo y la actividad biológica.
- Aumento de la cobertura del suelo y la habilidad competitiva.
- Eliminación de insumos tóxicos y residuos.

Existen varias estrategias para restaurar la diversidad agrícola en el tiempo y el espacio incluyendo rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, policultivos, mezclas de cultivo y ganadería y otras estrategias similares, las que exhiben las siguientes características ecológicas:

Rotaciones de cultivo. Diversidad temporal incorporada en los sistemas de cultivo proveyendo nutrientes para el cultivo e interrumpiendo el ciclo de vida de varios insectos plaga, de enfermedades y el ciclo de vida de las malezas (SUMNER, 1982).

Policultivos. Sistemas de cultivo complejos en los cuales 2 o más especies son plantadas con una suficiente proximidad espacial que resulta en una competencia o complementación, aumentando, por lo tanto, los rendimientos (VANDERMEER, 1989).

Sistemas agroforestales. Un sistema agrícola donde los árboles proveen funciones protectivas y productivas cuando crecen junto con cultivos anuales y/o animales lo que resulta en un aumento de las relaciones complementarias entre los componentes incrementando el uso múltiple del agroecosistema (NAIR, 1982).

Cultivos de cobertura. El uso, en forma pura o mezcla, de plantas leguminosas u otras especies anuales, generalmente debajo de especies frutales perennes, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar el control biológico de plagas y modificar el microclima del huerto (FINCH Y SHARP, 1976).

Integración animal en el agroecosistema ayudando en alcanzar una alta producción de biomasa y un reciclaje óptimo (PEARSON e ISON, 1987).

Todas las formas diversificadas de agroecosistemas detalladas más arriba comparten las siguientes características:

a. Mantienen la cubierta vegetativa como una medida efectiva de conservar el agua y el suelo, a través del uso de prácticas como labranza cero, cultivos con uso de «mulch» y el uso de cultivos de cobertura y otros métodos apropiados.

b. Proveen un suministro regular de materia orgánica a través de la adición de materia orgánica (estiércol, «compost» y promoción de la actividad y biología del suelo).

c. Aumentan los mecanismos de reciclaje de nutrientes a través del uso de sistemas de rotaciones basados en leguminosas, integración de ganado, etc.
d. Promueven la regulación de las plagas a través de un aumento de la actividad biológica de los agentes de control logrado por la introducción y/o la conservación de los enemigos naturales y antagonistas.

La investigación sobre la diversificación de sistemas de cultivos pone de relieve la gran importancia de la diversidad en un entorno agrícola Vandermeer, 1989. La diversidad es de valor en los agroecosistemas por varias razones (ALTIERI, 1994; GLIESSMAN, 1998):

- A medida que aumenta la diversidad, también lo hacen las oportunidades para la coexistencia e interacción benéfica entre las especies, que pueden mejorar la sustentabilidad del agroecosistema.
- Una mayor diversidad siempre permite un mejor uso de los recursos en el agroecosistema. Existe una mejor adaptación a la heterogeneidad del hábitat, llevando a una complementariedad en las necesidades de las especies de cultivo, la diversificación de nichos, el solapamiento de los nichos de las especies y la partición de los recursos.
- Los ecosistemas en los cuales las especies de plantas están entremezcladas, poseen una resistencia asociada a herbívoros, ya que en los sistemas diversos existe una mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, manteniendo bajo control las poblaciones de especies individuales de herbívoros.
- Un ensamblaje de cultivos diversos puede crear una diversidad de microclimas dentro de los sistemas de cultivo que pueden ser ocupados por un rango de organismos silvestres –incluyendo predatores benéficos, parasitoides, polinizadores, fauna del suelo y antagonistas– que resultan importantes para la totalidad del sistema.
- La diversidad en el paisaje agrícola puede contribuir a la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas naturales circundantes.
- La diversidad en el suelo determina una variedad de servicios ecológicos tales como el reciclado de nutrientes y la detoxificación de sustancias químicas perjudiciales y la regulación del crecimiento de las plantas.
- La diversidad reduce el riesgo para los productores o agricultores, especialmente en áreas marginales con condiciones ambientales poco predecibles. Si un cultivo no anda bien, el ingreso derivado de otros puede compensarlo.

AGROECOLOGÍA Y EL DISEÑO DE AGROECOSISTEMAS SUSTENTABLES

Mucha gente involucrada en la promoción de la agricultura sustentable busca crear una forma de agricultura que mantenga la productividad en el largo plazo a través de (PRET, 1994; VANDERMEER, 1995):

- Optimizar el uso de insumos localmente disponibles combinando los diferentes componentes del sistema de finca, por ejemplo, plantas, animales, suelo, agua, clima y gente de manera tal que se complementen los unos a los otros y tengan los mayores efectos sinergéticos posibles.

- Reducir el uso de insumos externos a la finca y los no renovables con gran potencial de daño al ambiente y a la salud de productores y consumidores, y un uso más restringido y localizado de los insumos remanentes, con la visión de minimizar los costos variables.
- Basarse principalmente en los recursos del agroecosistema reemplazando los insumos externos por reciclaje de nutrientes, una mejor conservación y un uso eficiente de insumos locales.
- Mejorar la relación entre los diseños de cultivo, el potencial productivo y las limitantes ambientales de clima y el paisaje, para asegurar la sustentabilidad en el largo plazo de los niveles actuales de producción.
- Trabajar para valorar y conservar la biodiversidad, tanto en religiones silvestres como domesticadas, haciendo un uso óptimo del potencial biológico y genético de las especies de plantas y animales presentes dentro y alrededor del agroecosistema.
- Aprovechar el conocimiento y las prácticas locales, incluidas las aproximaciones innovativas no siempre plenamente comprendidas todavía por los científicos, aunque ampliamente adoptadas por los agricultores.

La agroecología provee el conocimiento y la metodología necesaria para desarrollar una agricultura que sea, por un lado, ambientalmente adecuada y, por el otro lado, altamente productiva, socialmente equitativa y económicamente viable. A través de la aplicación de los principios agroecológicos, el desafío básico de la agricultura sustentable de hacer un mejor uso de los recursos internos puede ser fácilmente alcanzado, minimizando el uso de insumos externos y preferentemente generando los recursos internos más eficientemente, a través de las estrategias de diversificación que aumenten los sinergismos entre los componentes clave del agroecosistema.

El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y mantener la capacidad productiva y autorregulatoria del agroecosistema. El objetivo es diseñar un agroecosistema que imite la estructura y función de los ecosistemas naturales locales; esto es, un sistema con una alta diversidad de especies y un suelo biológicamente activo; un sistema que promueva el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y una alta cobertura del suelo que prevenga las pérdidas de recursos edáficos.

CONCLUSIONES

La Agroecología provee una guía para desarrollar agroecosistemas que tomen ventaja de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos y optimiza las funciones y procesos del agroecosistema tales como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclado de nutrientes y la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema solventar su propio funcionamiento. El resultado final del diseño agroecológico es mejorar la sustentabilidad económica y ecológica del agroecosistema, con un sistema de manejo propuesto a tono con la base local de recursos y con una estructura operacional acorde con las condiciones ambientales y socioeconómicas existentes. En una estrategia agroecológica los componentes de manejo son dirigidos con el objetivo de resaltar la conservación y mejoramiento de los recursos locales (germoplas-

ma, suelo, fauna benéfica, diversidad vegetal, etc.) enfatizando el desarrollo de una metodología que valore la participación de los agricultores, el uso del conocimiento tradicional y la adaptación de las explotaciones agrícolas a las necesidades locales y las condiciones socio-económicas y biofísicas.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. (1999). Biodiversity, ecosystem function and insect pest management in agricultural systems. In: Biodiversity in Agroecosystems. Collins WW Y CO Qualset (Eds.) CRC Press, Boca Raton.

ALTIERI, M.A. (1994). Biodiversity and pest management in agroecosystems. Hayworth Press, New York, 185 pp.

CARROL, C.R.; VANDERMEER, J.H.; ROSSET, P.M. (1990). Agroecology. McGraw Hill Publishing Company, New York.

FINCH, C.V.; SHARP, C.W. (1976) Cover crops in California orchards and vineyards. USDA Soil Conservation Service, Washington, D.C.

GLIESSMAN, S.R. (1998). Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.

NAIR, P.K.R. (1982). Soil productivity aspects of agroforestry. ICRAF, Nairobi.

PEARSON, C.J.; ISON, R.L. (1987). Agronomy of grassland systems. Cambridge University Press, Cambridge.

PRET, J.N. (1994). Regenerating agriculture. Earthscan Publications Ltd., London, 320 pp.

REIJNTJES, C.B.; HAVERKORT; WATERS-BAYER, A. (1992). Farming for the future. MacMillan Press Ltd., London.

SUMNER, D.R. (1982). Crop rotation and plant productivity. In: Handbook of Agricultural Productivity. M. Recheigl, (Ed) CRC, Vol I, CRC Press, Florida.

VANDERMEER, J. (1989) The ecology of intercropping. Cambridge University Press, Cambridge.

VANDERMEER, J. (1995) The ecological basis of alternative agriculture. Annual Review of Ecological Systems, 26: 201-224.

La agricultura ecológica como estrategia de desarrollo para países pobres

FERNANDO FUNES AGUILAR[1]

[1] Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, MINAG, CUBA

Recién hemos arribado al Tercer Milenio, en un mundo globalizado, unipolar, donde cada día crece más la población y proliferan las guerras. Todo esto nos impone fuertes retos sociales y económicos, así como la necesidad de generar nuevos modos de pensar y de actuar a favor del hombre y el medio ambiente, lo cual se hace cada día más urgente.

De una población que rebasa los seis mil millones (MM) de personas 800 MM (alrededor del 13%) padecen de hambre, la mayoría de áreas rurales, a pesar de que en los últimos cuarenta años hubo un incremento per cápita a nivel global del 25% en producción de alimentos. El rendimiento de cereales creció de 1.2 a 2.5 t/ha y su producción total casi se triplicó, pero la población mundial creció un 150% y los precios cayeron 40% (FAO, 2000; PRETTY y HINE, 2001).

Aún en el país más rico del mundo, Estados Unidos, el hambre todavía es un fenómeno presente y común entre los pobres, alcanzando a 30 MM de personas (FOOD FIRST, 1998). Numerosas comunidades rurales han colapsado económica y socialmente y el desempleo aumenta con la implantación de tecnologías ahorradoras de fuerza de trabajo y persisten altas tasas de migración de esas zonas hacia las ciudades.

Los patrones de desarrollo dominantes presentan problemas tanto en el sur como en el norte y exhiben limitaciones dramáticas en dos aspectos fundamentales: la pobreza no sólo no ha sido erradicada, sino sigue aumentando y las bases ecológicas del desarrollo están siendo degradadas tanto en las escalas locales como en las regionales, nacionales y globales. La actual trayectoria de desarrollo es claramente insostenible (ALTIERI, 1995).

No obstante, el término pobreza, cuando se analiza a nivel mundial, es muy relativo, pues se entrelaza estrechamente con factores de cultura y educación, política interna, globalización, comercio injusto, grado de industrialización, discriminación y otros muchos factores. Así, no es lo mismo la pobreza en sectores poblacionales de un país de Europa o Estados Unidos que en un país africano, asiático o en Haití, donde las personas además de ser pobres, tienen hambre, son analfabetas y viven en condiciones infrahumanas.

Tampoco el exceso de población siempre es causa fundamental. China, el país más poblado del mundo, ha generado mejoras palpables y sus índices de pobreza y desarrollo han cambiado extraordinariamente. Esto también ha ocurrido en Vietnam, que de país importador de arroz, su principal cereal para cubrir su consumo interno, en pocos años ha pasado a ser exportador de ese

grano, en más de 20 millones de t. anuales. En ambos casos, el acceso a la tierra de sus pobladores ha sido pivote impulsor de estos cambios.

Por otra parte, Cuba, que había alcanzado niveles aceptables de consumo, desarrollo y calidad de vida, a principios de la década de los 90, se vio de pronto ante condiciones muy difíciles y pudo salir adelante especialmente por la preparación de su pueblo, que de inmediato empezó a implementar cambios de todo tipo, entre ellos en la agricultura, los que analizaremos posteriormente.

AGRICULTURA Y POBREZA

Con el auge tecnológico a nivel mundial se crearon diferencias económicas y sociales entre el sector industrial, más favorecido, y el agrícola, menos favorecido, a pesar de ser este último la base del desarrollo de la civilización. Esas diferencias ocasionaron también cambios de valores éticos, todo lo cual motivó el éxodo a las ciudades, principalmente en los países desarrollados, y la pobreza del campo, fundamentalmente en los países del tercer mundo. La industrialización de la agricultura aceleró aún más este proceso (MONZOTE, 2000).

El paradigma de la Revolución Verde devenido esperanza de algunos para erradicar el hambre en el mundo no ha podido hacerlo y, sin embargo, provocó problemas de contaminación por agroquímicos, erosión e infertilidad de suelos, agotamiento y derroche de las aguas y pérdida de diversidad biológica y de salud a través de sus técnicas de monocultivos a gran escala y derrochadoras de insumos agresivas al ambiente. La geofagia y sed de poder de países y políticos, con una desequilibrada distribución de la riqueza, ha agravado esta panorámica creándose más diferencias entre ricos y pobres.

Otras causas subyacentes de la pobreza y el deterioro de los recursos naturales son los patrones inapropiados de desarrollo rural, que han llevado a un fuerte endeudamiento de los países, a una globalización política y cultural y a relaciones comerciales y financieras causantes de negativos impactos sociales y ambientales. También debe señalarse la existencia de agencias públicas ineficientes, con enfoques inapropiados, sin participación de los actores sociales ni en correspondencia con las necesidades de la población rural.

Todos estos aspectos están llevando a amplios núcleos de agricultores, dirigentes de organizaciones, planificadores, promotores e investigadores y a sus gobiernos a repensar en los paradigmas convencionales del desarrollo agropecuario y forestal. Ese cambio de rumbo no es una opción más, sino una necesidad impostergable. El problema no puede ser resuelto a través de medidas correctivas. Se requieren, además, cambios sustanciales en lo económico, social, ecológico y cultural.

ANTECEDENTES DE UNA NECESIDAD, EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El reconocimiento mundial de los problemas ambientales de hoy día emergieron públicamente en la Cumbre de Río, Brasil apenas iniciado el pasado decenio (1992), aunque mucho antes ya se había iniciado una fuerte lucha para que los círculos políticos tomaran en cuenta los daños que estaban provocando las prácticas imperantes para la obtención de bienes de consumo y su consabido efecto sobre los ciclos y procesos naturales. Dos obras maestras encierran las preocupaciones de las últimas generaciones, «La Primavera Silenciosa» (CARSON, 1962) y más re-

cientemente «Nuestro Futuro Robado» (COLBORN, MYERS y DUMANOSKI, 1996), las que profundizan en las causas y con ejemplos demuestran las dimensiones de las consecuencias ambientales que provoca el modelo agrícola practicado en las últimas décadas (FUNES, 2001).

Así Monzote (2001) señala que se han ido conformando hasta nuestros días dos tendencias de ideas técnicas, científicas, culturales y políticas a nivel mundial. Una rechaza la dependencia de mercados de importación; las políticas que fomentan la privatización y mejoramiento de semillas; los cultivos transgénicos; la biopiratería y patentamiento de la vida; el uso de agroquímicos; los mega proyectos que destruyen los agroecosistemas; el no respeto a las culturas indígenas y campesinas, por tanto, rechazan también la globalización y el neoliberalismo. La otra apoya todo lo contrario y está a favor de las transnacionales que dominan el desarrollo agrícola mundial con falsas expectativas.

El término desarrollo sostenible se ha convertido en parte del discurso de muchos gobiernos, ONG's, agencias internacionales, especialmente desde que éste se popularizó por la citada Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo en 1992. En días pasados, en Johannesburgo, Sudáfrica, pasados diez años, se ha desarrollado la II Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, para pasar revista a lo hecho y a lo mucho que queda por hacer.

AGROECOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD

De acuerdo con Altieri & Nicholls (2000), la agroecología es la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. Considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales de estudio donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las investigaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo.

La agricultura sostenible generalmente se refiere a una forma de producir que intenta proporcionar rendimientos sostenidos en el largo plazo a través del uso de tecnologías de manejo de corte ecológico (ALTIERI, 1995).

Por otra parte, Restrepo (1996) considera que «la agricultura orgánica es el anuncio y la práctica de una nueva concepción del universo. A través de ella la humanidad cambiará su relación con el cosmos y en particular con la naturaleza».

El objetivo principal del movimiento orgánico o ecológico mundial es demostrar que hay otras vías y modelos de desarrollo agrícola a través de los cuales asegurar la alimentación y bienestar de la población mundial de una manera sostenible. Es así como en todas latitudes comienzan a forjarse doctrinas de pensamiento que unen la práctica con la teoría, el conocimiento tradicional con el científico, el empirismo con la técnica y a veces hasta lo desconocido, como parte del pensamiento agroecológico, que cada vez tiene mayor credibilidad y aplicación a los paradigmas de la sociedad moderna (FUNES, MONZOTE y FUNES, MONZOTE, 1999).

En enero de 1999, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1999) reconoce la labor del movimiento orgánico y declaró: «La FAO tiene la responsabilidad de dar a la Agricultura Orgánica un legítimo lugar dentro de los programas de agricultura sostenible y ayudar a sus países miembros en sus esfuerzos para responder a la demanda de los agricultores y consumidores en este sector. La agricultura orgánica puede contribuir a disímiles metas de la sustentabilidad y así lo está demostrando».

EXPERIENCIAS CON LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN EL TERCER MUNDO

En todo el mundo y por tanto en los continentes donde se concentra más la pobreza existente en el planeta, esto es, en África, Asia y América Latina, se han desarrollado en los últimos años cientos de miles de proyectos de investigación, experimentos y actividades prácticas tanto por técnicos como por productores, donde se han demostrado las bondades de la aplicación de métodos agrícolas ecológicos u orgánicos, bajo principios agroecológicos y teniendo como meta alcanzar la sostenibilidad de los sistemas. A continuación, se resumen algunas de estas experiencias.

Tabla I. Estado de algunos programas en distintos países de Asia y África

País	Programa/proyecto	Observaciones	Fuente
Bangladesh	INTERFISH/CARE	Educación campesinos en conceptos agroecológicos, MIP, cultivo de peces y vegetales en arroz. Mejora socioeconómica, seguridad ambiental, sostenibilidad	Ingram y Kamp, 1996
Filipinas	Kasakalikasan Gv. ICDAI/ FAO/ otras ONGs	Entrenamiento participativo, AS y AE, programas MIP, miles de campesinos han adoptado métodos integrales sin químicos	Ravanera, Lucas, Quizón, Santos y Coralde, 1996
Kenya / Zambia	ICRAF	Agroforestería, integración con otros componentes de la finca	Sánchez, 2002
Madagascar	SRI	Sistema de trasplante joven con compost o abono orgánico, uso cuidadoso del agua, altos rendimientos	Uphoff, 2002
Malawi	ICLARM	Integración de acuicultura en sistemas agropecuarios, reduce contaminación	Brummett, 2002
Senegal	RARC / Rodale Institute	Desarrollo recursos locales. Actividades de investigación aplicada, capacitación y entrenamiento, comunicación y desarrollo comunitario, uniendo diversos actores del desarrollo rural. Control biológico de insectos, salud del suelo primero, policultivos, rotación, otras prácticas	Thrupp, 1996 Makhtar Diop, 2002

Tabla II. Estado de algunos programas en distintos países de América Latina

País	Programa/proyecto	Observaciones	Fuente
Brasil	EPAGRI - AS-PTA	Abono verde, cultivos cobertura, 38.000 familias 133.0000 Ha	Altieri y Nicholls, 2000
Colombia	CIPAV	Ganadería, sistemas agroforestales y silvopastoriles, restauración ambiental sin prescindir en total de la pecuaria	Murgueitio, 2001
Ecuador	CEDIS/ITACAB	Sistema AS. Mejora suelo, aprovechamiento agua, cantidad y calidad producción, producción orgánica	Peralvo, 1998
El Salvador	COAGRES	Rotaciones, abonos verdes, insecticidas botánicos	Altieri y Nicholls, 2000
Guatemala Honduras	COSECHA, IIED Sn Martín/ Guinope	Siembra contornos, conservación suelo, agricultura, ganado, rotaciones, M.O, abonos verdes, cobertura.	Bunch, 2002
Guatemala	ALTERTEC y otros	Conservación suelo, abono verde, cultivos orgánicos, 17.000 unidades	Altieri y Nicholls, 2000
Honduras	CIDDICO COSECHA	Conservación de suelo, abonos verdes, 27.000 unidades	Altieri y Nicholls, 2000
México	MESMIS	Evaluación de sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales integrados. Materiales didácticos, estudios de caso, bases de datos, entrenamiento	Masera, Astier y López-Ridaura, 1999
México	Cooperativas oaxaqueñas	Compost, terrazas, siembra, 3.000 familias	Altieri y Nicholls, 2000
Nicaragua	CATIE / INTA / MAG	Entrenamiento participativo a agricultores y técnicos, MIP, sustitución de insumos	SIMAS, 1996
Panamá	Fund NATURA y otras ONG/ITACAB	DRP, Proyectos AO, Abonos verdes, conservación suelos. Desarr. participativo	Tarte, 1998
Perú	CIP / INIA / ONGs	Mejoramiento de rendimientos y MIP	Fano, Ortiz y Walker, 1996
Perú	AIDER/ITACAB	Producción sostenida de madera y frutos, agroforestería y silvopecuaria. Actividades agrícolas y ganaderas, apicultura. Capacitación	Palomares, 1998
Perú	IDMA/ITACAB	Sists. campesinos c/manejo agroecológico, rotaciones y asociaciones, policultivos. Capacitación promotores	Núñez, 1998
Perú	CIED	Rehabilitación terraplenes antiguos, campos elevados, rehabilitación agrícola de cuencas, policultivos, sistemas agroforestales, compostaje, 2.262 familias	Altieri y Nicholls, 2000

Pretty e Hine (2001) llevaron a cabo un amplio proyecto de investigación, llamado SAFE-World (Salvar el Mundo), a través de 208 casos o proyectos de 52 países del tercer mundo en el cual se consideran nueve aspectos principales de mejoramiento debidos a la agricultura ecológica y asevera que existe una perspectiva confiable de que la productividad crecerá, incrementando las mejoras en las fincas y que habrá incrementos estables en el tiempo si se acumula capital natural, social y humano.

Por otra parte, Rosset (1999) considera que en las comunidades agrícolas tradicionales la finca familiar es fundamental para el mantenimiento de la comunidad y la sostenibilidad de la producción agrícola y que en la pequeña finca las labores productivas, movilización de fuerza de trabajo, patrones de consumo, conocimiento ecológico e interés común en el mantenimiento a largo plazo de la finca, contribuyen a una economía estable y duradera y a una empresa basada en la familia, así como que la calidad del trabajo, la administración, el conocimiento y las relaciones están entrelazados y se refuerzan mutuamente.

CUBA Y LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

En Cuba después de treinta años de aplicación casi generalizada de la «Revolución Verde» se ha desarrollado un movimiento de Agricultura Orgánica desde inicios de la década del 90, debido fundamentalmente a una crisis económica coyuntural pero que tiene sus antecedentes y principales precursores en grandes pensadores agrícolas cubanos, que con su amplio quehacer naturalista sentaron las bases de tradiciones agrícolas con plena vigencia actual.

Desde hace algo más de diez años, este pequeño país subdesarrollado ha sufrido los efectos de una fuerte crisis económica causada por el colapso del campo socialista y la desintegración de la Unión Soviética, con cuyos países mantenía algo más del 85% de su comercio y acentuada por el prolongado bloqueo norteamericano que persiste desde hace más de cuarenta años. Hoy día, deben considerarse también los efectos derivados de la globalización y la crisis financiera internacional, en proceso desde hace algunos años y acentuada con los sucesos del pasado año 2001.

Como respuesta, desde inicio de los 90, el paradigma de una agricultura intensiva-industrial, que venía ocasionando problemas productivos y ambientales, se ha ido transformando paulatinamente en una agricultura sostenible, de bajos insumos, más independiente y que emplea técnicas orgánicas y ecológicas de producción. Esto está siendo posible debido a la prioridad dada por el Gobierno a estos cambios en la agricultura, la aplicación de resultados científico-técnicos obtenidos en años anteriores, especialmente en las décadas del 70-80, la buena preparación educacional y cultural del pueblo cubano, así como por la labor de concientización, promoción y divulgación desarrollada en los últimos años.

Algunas prácticas exitosas desarrolladas o incrementada su aplicación en esta etapa (FUNES, 2001, 2002) han sido:

Reordenamiento agropecuario: se han diversificado las formas de propiedad existentes. Se han cooperativizado las grandes empresas anteriores, disminuido el tamaño de las unidades, se han repartido tierras que permanecían ociosas a los interesados en hacerlas producir, en régimen de usufructo gratuito.

Manejo ecológico de plagas: existen 280 centros de reproducción de entomófagos y entomopatógenos (CREE), distribuidos nacionalmente, que constituyen la base del programa nacional

de control biológico de plagas y enfermedades de los cultivos y brindan sus servicios a los productores. En ellos se implementan tecnologías de forma artesanal. Existen también cuatro grandes plantas para producir controles biológicos.

Agricultura urbana: se ha desarrollado un fuerte movimiento agrícola en las ciudades y su periferia para la producción principalmente de hortalizas además de otros productos alimenticios, incluidas producciones animales. Se ha logrado un crecimiento sostenido y espectacular, partiendo prácticamente de cero, hace sólo 10 años, tanto en el nivel de producción obtenido (2.3 millones de toneladas en el pasado año 2001), como en el rendimiento. En el presente 2002 se alcanzarán más de 3 MM de toneladas.

Arroz popular: siembras en pequeñas áreas marginales, con bajos o nulos insumos, que ha ido incrementándose como forma de satisfacer el requerimiento familiar en este grano básico, muy estimado en la dieta del pueblo cubano. Se produce más del 40% de las necesidades del país por esta vía.

Medicina verde: se revalorizaron las experiencias populares en el empleo de estas plantas, intensificándose su uso y estudio. Se inició, lográndose enfrentar y resolver exitosamente las carencias de medicamentos, manteniendo un alto nivel de salud en nuestro pueblo.

Recuperación de la tracción animal, manejo de suelos y nutrición orgánica: la existencia de bueyes creció en 2.5 veces respecto a 1990 y se ha ganado conciencia en el manejo ecológico del suelo y la nutrición orgánica. Se han desarrollado la lombricultura, abonos verdes, compost, arrope, biofertilizantes varios y otros.

Policultivos: se contemplan en los programas de investigación, se han obtenido resultados importantes y continúa su utilización en la práctica campesina con buenos resultados para agroecosistemas sostenibles, debido a su mayor estabilidad y a que garantizan seguridad alimentaria estable a productores y consumidores.

Integración ganadería-agricultura: se obtienen resultados exitosos en los programas de investigación a través de fincas experimentales, comerciales y estudios de caso. Su enfoque agroecológico permite hacer un uso más eficiente de los recursos naturales y obtener una mayor eficiencia energética y productiva, así como se cultiva la biodiversidad, todo lo cual favorece el ambiente, la economía y la autosuficiencia alimentaria.

Educación y capacitación: por vías formales se adaptan los programas de estudio a todos los niveles y por vías no formales se hace énfasis en técnicas participativas, enfoque campesino a campesino, promotores y otras. Han jugado un papel importante la edición de revistas, libros y otras publicaciones, talleres, eventos, organización de encuentros participativos, bibliotecas móviles, faros agroecológicos (fincas donde se promueve la agricultura sostenible), entre otros métodos empleados.

CONCLUSIONES

Las alternativas ecológicas utilizadas están creando conciencia de que puede hacerse agricultura con otra visión, a través de la cual se pueden obtener cosechas productivas y económicas, protegiendo el ambiente y la naturaleza con menos insumos.

El empleo de la agricultura ecológica es hoy una necesidad para contribuir a la solución de los problemas ambientales creados por la «Revolución Verde» en todos los países. Para los que están en vías de desarrollo es aún más importante, pues apoya la economía familiar y global y la autosuficiencia alimentaria.

Se debe tener claro que la pobreza puede disminuirse con la agricultura ecológica, sin embargo, para eliminarla es necesario cambiar también el paradigma político y social para garantizar un mundo más racional en la distribución de la riqueza y así los países más desarrollados paguen su deuda ecológica con los países más pobres.

El acceso a la tierra y las fincas integradas son importantes para realizar un uso más eficiente de la tierra y una vía para generar empleos. En este sentido no debe subestimarse las pequeñas.

Mediante la integración ganadería agricultura se puede cultivar la biodiversidad base del desarrollo sostenible y acercamiento a los ecosistemas tropicales donde se encuentran la mayor parte de los países menos desarrollados.

La educación, capacitación y divulgación son aspectos permanentes para continuar desarrollando la conciencia ecológica en la agricultura unido al estímulo mediante un comercio justo.

Cuba, en circunstancias muy difíciles, ha demostrado lo que es posible hacer con recursos mínimos, dedicación, inteligencia y voluntad en términos de agricultura ecológica y sostenible.

Como señalara Monzote (2000), desarrollar plenamente la nueva concepción ecológica en la agricultura es aún un reto para Cuba y para la humanidad. Se puede prescindir de los fascinantes objetos de la sociedad de consumo, generados por la industria, pero no podríamos sobrevivir sin un desarrollo agrícola sostenible. Es por ello que la agricultura, que fue base de desarrollo de las antiguas civilizaciones, lo es y lo será para las presentes y futuras sociedades.

¡Hagámosla ecológica, productiva, eficiente, atractiva y, por tanto, el desarrollo sostenible será algo más que un CONCEPTO y se convertirá en una REALIDAD!

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M. (1995). Agroecología. Creando sinergias para una agricultura sostenible. Cuadernos de trabajo 1. GIDSARN. UC Berkeley - CLADES.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. (2000). Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. PNUMA. México.

BRUMMETT, E. (2002). Realizing the potential of integrated aquaculture. Evidences from Malawi. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK, 115-124.

BUNCH, R. Increasing productivity through agroecological approaches in Central america. Experiences from hillside agriculture. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK, 162-172.

CARSON, R. (1964). Primavera silenciosa. Luis de Caralt. Barcelona, España.

COLBORN, T.; MYERS, J.P.; DUMANOSKI, D. (1997). Nuestro futuro robado. Ed. Ecoespaña. Madrid, España.

FANO, H.; ORTIZ, O.; WALKER, T. (1996). Perú. Interinstitutional Cooperation. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA, 85-98.

FAO (1999). Comité de Agricultura. 15 Período de Sesiones. Tema 8. Roma, Italia.

FAO (2000). Un milenio sin hambre. TeleFood. FAO. Roma. Italia

FOOD FIRST (1998). America Needs Human Rights. Video. Food First Films. Oakland, CA. USA.

FUNES, F. (2001). El movimiento cubano de agricultura orgánica. En: Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Eds: Funes, F., García, L., Bourque, M., Pérez, Nilda y Rosset, P. La Habana, Cuba.

FUNES, F. (2002). Sostenibilidad en la actividad agropecuaria. El enfoque agroecológico en el nuevo milenio. Conferencia en Curso a Ganaderos. Oaxaca, México.

FUNES, F.; MONZOTE, M.; FUNES-MONZOTE, F. (1999). Perspectivas de la Agricultura Orgánica en Cuba. IIPF – Grupo A. Orgánica ACTAF. La Habana, Cuba.

INGRAM, D.; KAMP, K. (1996). Bangladesh. Building IPM - Interfish and nopest programs. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA, 39-50.

MAKHTAR DIOP, A. (2002). Management of organic inputs to increase food production in Senegal. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK, 125-137.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de los recursos naturales. El marco MESMIS. GIRA. AC. México, 109 p.

MONZOTE, M. (2000). Agricultura Orgánica. Paradigma del siglo XXI. Agricultura Orgánica. 6:1: 7-10.

MONZOTE, M. (2000). Agricultura, Sostenibilidad y medioambiente en tiempos de globalización. I Taller Nacional sobre el pensamiento cubano con relación a la ciencia. La Habana, Cuba.

MURGUEITIO, E. (2001). Sistemas de producción ganadera y sus impactos en la transformación de los ecosistemas andinos de Colombia. Ponencia. Seminario Internacional sobre Transformación de Ecosistemas. Bogotá, Colombia.

NÚÑEZ, F. (1998). Avances del programa de ecodesarrollo de la cuenca del río Lurín a 1995. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú, 281-319.

PALOMARES, M. (1998). Manejo del bosque seco del noroeste de Perú. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú, 251-280.

PERALVO, L. (1998). Proyecto de producción agroecológica en Ootón. Ecuador. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú, 129-172.

PRETTY, J.; HINE, R. (2001). Feeding the world with sustainable agriculture. A summary of new evidence. Conference «Reducing poverty through sustainable agriculture». London UK.

RAVANERA, R.; LUCAS, F.B.; QUIZÓN, A.; SANTOS, A.; CORALDE, A. (1996). The Phillippines. Promoying sustainable agriculture i national and community efforts. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA, 51-63.

RESTREPO, J. (1996). La mejora campesina y la agricultura orgánica. Ed. ACAO - IIPF. La Habana, Cuba.

ROSSET, P. (1999). Las múltiples funciones y beneficios de la agricultura campesina. En el contexto de las negociaciones del comercio mundial. Conferencia FAO «Cultivando nuestro futuro», Holanda. Food First. USA

SÁNCHEZ, P. (2002). Benfits from agroforestry in Africa with examples from Kenya and Zambia. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK, 109-114.

SIMAS (1996). Nicaragua. Experiences with IPM in the CATIE-INTA Project. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA, 75-84.

TARTE, R. (1998). Participación comunitaria y manejo de recursos en la cuenca del canal de Panamá. En: Desarrollo sostenible para sectores marginales. CAB. Perú, 173-222.

THRUPP, L.A. (1996). Senegal. Colaborative pest management in Gad Kaye. In: New partnerships for sustainable agriculture. Ed. Lori Ann Thrupp. WRI. USA, 108-114.

UPHOFF, N. (2002). Opportunities for raising yields by changing management practices. The system of rice intensification in Madagascar. In: Agroecological innovations. Ed. Norman Uphoff. EARTHSCAN. London. UK, 145-161.

El suelo en agricultura ecológica. Manejo de un ente vivo

A. BELLO, J.J. IBÁÑEZ, A. GARCÍA-ÁLVAREZ

[1] Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid. Correo-e: antonio.bello@ccma.csic.es.

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en el inicio de la «Era de la Globalización», sobre todo en lo que se refiere a la actividad económica. Es, además, una época en la que la imagen comienza a valorarse más que el trasfondo, el continente más que el contenido. En este contexto, uno de los aspectos que tiene una imagen más atrayente es el respeto al medio ambiente. Los organismos internacionales y los estados desarrollados enmascaran sus discursos e intenciones proponiendo programas y proyectos con una gran preocupación por el deterioro del entorno. Alcanzar el desarrollo sostenible o sustentable parece ser el objetivo. Sin embargo, las desigualdades sociales aumentan, el hambre y las epidemias azotan a los eufemísticamente denominados «países en vías de desarrollo», las guerras surgen por doquier y las reiteradas virtudes de la globalización se traducen en monopolios cada vez más poderosos.

En esta situación, los investigadores y técnicos se afanan por sentar las bases de una agricultura sostenible. Los medios de comunicación ofrecen una gran cobertura de todos los problemas ambientales. Los ecologistas tratan de desmitificar las «buenas intenciones» de los poderes oficiales y fácticos en lo que se refiere al desarrollo. Sin embargo, ambos utilizan los mismos términos, y una plétora de neologismos en crecimiento exponencial han impregnado nuestro vocabulario: agricultura sustentable, agricultura ecológica, agricultura biológica, agricultura orgánica, agricultura de conservación, biorremediación, permacultivos, etc., son tan solo unos pocos ejemplos. Mientras tanto el desarrollo tecnológico derivado de la biotecnología invade la agronomía y por extensión las tecnologías aplicadas al medio ambiente, poniendo énfasis en sus virtudes, a pesar de las dudas razonables que se ciernen sobre este tipo de tecnologías.

En el área de las Ciencias del Suelo, tal como sucede en los ámbitos de la agricultura o el medio ambiente, emergen una gran cantidad de términos muy prometedores y sugestivos tales como las funciones del suelo (*soil functions*), la salud del suelo (*soil health*), la calidad del suelo (*soil quality*), el cuidado del suelo (*soil care*), la resilencia del suelo (*soil resilience*), el suelo vivo o biomanto (*biomantle*), la bomba química del tiempo (*chemical time bomb*). Al menos en apariencia, nos encontraríamos en el umbral de una nueva agricultura, de una nueva cultura en nuestra relación con el ambiente, es decir, de una revolución científico-técnica, o en palabras del filósofo Khun (1970) ante un «cambio de paradigma».

¿Populismo o realidad científica? ¿Simple cosmética o verdadera revolución? Los autores de este trabajo consideramos que hay más de populismo y cosmética que de verdadera revolución científica, ya que cuando no existen ideas se acude a los neologismos para enmascarar nuestra falta de conocimiento. Actualmente se habla del «*soil quality paradigm*» (SOJKA y UPCHURCH, 1999), así como de otros cambios de paradigma que se han propuesto en los últimos años. Sin embargo, creemos que ninguno merece el honor de recibir tal distinción, ya que si bien los nuevos descubrimientos científicos y tecnológicos ensanchan los horizontes de la agronomía, en la mayoría de los casos se trata de viejos conocimientos con una nueva imagen. Muchos de los vocablos actuales sustituyen a otros más antiguos, con menos calado ambiental pero con la misma proyección. Otros son simples consideraciones antropocéntricas y teleológicas sin ningún contenido científico que, en el mejor de los casos, sólo generan confusión. Los científicos son parte integrante de la sociedad y se encuentran sujetos a sus vaivenes, modas, paradojas y contradicciones. Desde esa óptica, debemos resaltar que el escenario de una pretendida revolución social que se está produciendo en estos momentos, no lleva asociado el que exista una verdadera revolución ambiental, encaminada a conseguir la armonía entre el ser humano y la naturaleza.

La Cumbre de Río, con la AGENDA 21, puede considerarse el punto de partida en el cambio hacia planteamientos que conciliaran el uso de los recursos con la conservación del ambiente. Tales iniciativas surgieron en principio por una mayor sensibilidad de los expertos en medio ambiente que de los agrónomos (ESWARAN, 1994), aunque éstos últimos también terminaron preocupándose por la conservación de los recursos. En este sentido, el VI Programa Marco Europeo de Investigación y Medio Ambiente no hace más que repetir, diez años después, los principios ya recogidos en la AGENDA 21. Debemos tener en cuenta que una cosa es fomentar convenios globales, otra firmarlos y, finalmente, otra muy distinta cumplirlos. Diez años después de Río el estado del medio ambiente no ha mejorado, sino todo lo contrario. Sin voluntad política y un profundo cambio social no hay que esperar que se produzca ningún avance significativo en la relación entre agricultura y medio ambiente.

AGRICULTURA ECOLÓGICA

Existen numerosas definiciones de lo que puede representar la agricultura ecológica. Tomemos como ejemplo una de ellas. De acuerdo con el Centro Rural de Información Europea, la Agricultura Ecológica enfoca la producción agraria con el respeto al entorno, fomentando la salubridad de los alimentos. Utiliza como modelo a la misma naturaleza, obteniendo de ella toda la información posible, apoyado con los actuales conocimientos técnicos y científicos (CRIE, http//www.criecv.org/). Del mismo modo, este organismo reconoce que este tipo de agricultura debería tener las siguientes características:

- Respetar los ciclos naturales de los cultivos, evitando la degradación y contaminación de los ecosistemas. Favorecer la biodiversidad y el equilibrio ecológico a través de diferentes prácticas: rotaciones, asociaciones, abonos verdes, setos, ganadería extensiva, etc.
- Potenciar la fertilidad natural de los suelos y la capacidad productiva del sistema agrario. Reciclar los nutrientes incorporándolos de nuevo al suelo como compost o abonos orgánicos, siguiendo la premisa de que «lo que sale de la tierra debe volver a ella».

- Utilizar de forma óptima los recursos naturales. Así, se favorece el flujo de energía en el que las plantas verdes captan la energía del sol, dinamizando todo el ecosistema.
- No incorporar a los alimentos sustancias o residuos que resulten perjudiciales para la salud o reduzcan su poder alimenticio. No es imprescindible, como parece, la incorporación de sustancias de síntesis en el cultivo o producción de alimentos ni en su conservación posterior, que resulten ajenos al organismo.
- Aportar a los animales unas condiciones de vida adecuadas. No deben manipularse artificialmente o de forma intensiva para conseguir una mayor producción. Además, debe potenciar las variedades locales, que están mejor adaptadas a las condiciones de la zona. «Que tu alimento sea tu medicina y tu medicina tu alimento».

Resumiendo, se nos promete el retorno al Paraíso. Pero ¿es esto posible?. Habría que tener en cuenta las posibilidades y repercusiones sociales, económicas, científicas y técnicas, entre otras. No cabe duda de que, en teoría, es posible. Sin embargo su viabilidad económica es más dudosa, al menos en los parámetros a los que se desenvuelve la economía de mercado actual. Es cierto que algunos agricultores pueden desarrollarla y aún comercializarla, puesto que la nueva conciencia ambiental a despertado la demanda de los productos ecológicos, que deben estar garantizados por sus ecoetiquetas. Pero tampoco debe olvidarse que su elevado precio sólo los hace asequibles a ciertos consumidores privilegiados de los países desarrollados, generalmente amantes de todo lo «alternativo». En lo que concieme a poder alimentar a una buena parte de la población mundial, la alternativa es mera entelequia en la situación actual. Una revolución agraria de este calado requeriría otra revolución social de la misma envergadura. Por otro lado, los medios de información llaman la atención sobre los fraudes que con frecuencia acompañan a la comercialización de los alimentos de origen ecológico. No hay que olvidar que esta agricultura tiene todavía una producción minoritaria para una minoría selecta, algo que es sólo propio de las sociedades opulentas.

Por último, debemos señalar que la AGENDA 21, cargada de ambigüedades y a la vez de buenas intenciones, no se atrevió a dar una caracterización tan ambiciosa de la agricultura ecológica. Posiblemente porque a escala global no se puede ir tan lejos. Cuando se habla de viabilidad no se pueden olvidar los problemas de escala. Existe toda una jerarquía u holarquía a la hora de analizar los sistemas agrarios. Así, por ejemplo Izac (1994) reconoce las siguientes: (i) sistemas suprarregionales; (ii) sistemas regionales; (iii) sistemas a nivel de cuenca o comarca; (iv) sistemas a nivel de granja; (v) sistemas de cultivo y (vi) sistemas de suelo. Lo que es viable y rentable a un nivel jerárquico no tiene por qué serlo en otro. Más aún, existen conflictos de intereses y restricciones entre los diferentes niveles de la jerarquía. Cuando se habla de viabilidad y rentabilidad hay que explicar rigurosamente el marco de referencia en el que nos movemos.

EL SUELO

Aunque pueda sorprender, los científicos carecen de una respuesta precisa de qué es el suelo. En principio se trata de una concepto intuitivo, pero que se escapa a cualquier tipo de definición científica rigurosa. Todas las definiciones dadas hasta la fecha son sesgadas o muy deficientes en su contenido. En el fondo no debería extrañarnos por cuanto los biólogos tampoco son capaces de definir que es la vida o precisar las características de la materia viva. La definición de sue-

lo ha cambiado históricamente en función de la percepción y las demandas sociales de cada época. En cualquier caso, ya que las ciencias del suelo se desarrollaron bajo la influencia de la agronomía, no debe extrañarnos que sus concepciones fueran mayoritariamente productivistas y hoy siguen siéndolo de la misma manera. Mientras el término *conservación* se utiliza para otros recursos naturales con intención de protegerlos de la degradación por la intervención del ser humano, al menos en ciertos espacios protegidos, en edafología este término adquiere un carácter productivista sin paliativos. La conservación de suelos concierne al uso del mismo con el menor deterioro posible. Resulta paradójico que mientras muchos ecólogos consideran que la biodiversidad que albergan los suelos puede ser mayor, al menos en un buen número de ecosistemas, que la que existe sobre su superficie, hasta la fecha no se haya desarrollado ninguna iniciativa para la creación de redes de reservas de suelos que salvaguarden tal riqueza biológica (IBÁÑEZ y col., 1998). Como ejemplo ilustrativo se pueden analizar las bases sobre las que se sustenta la directiva Hábitat y la Red NATURA de la UE.

No existen argumentos científicos para afirmar que el suelo es un ente vivo o biomanto (*biomantle*), al menos si no se justifica en el contexto de un discurso concreto. El suelo alberga y sirve de substrato a una inmensa variedad y cantidad de vida, pero también es mucho más que eso. No es ni un reservorio ni tampoco un mero soporte de vida, sino un recurso natural tan importante como cualquier otro, cuya autoorganización espacio-temporal, estructura, dinámica y evolución son ideosincráticas y no pueden explicarse por la mera yuxtaposición de otras ciencias, que cuando se aplican al suelo reciben la denominación de Ciencias del Suelo, sino que posee sus propias leyes. La edafología es la ciencia que trata de detectar, formalizar y explicar estas últimas.

Lamentablemente, la concepción mayoritaria, incluso entre los propios especialistas, es que la edafología es una ciencia aplicada (IBÁÑEZ y col., 2000). En realidad no existe ciencia aplicada si no se encuentra respaldada por una ciencia básica. Se trata de un principio básico de la filosofía de la ciencia que no puede pasarse por alto. Si adicionalmente se tiene en cuenta que ha sido uno de los recursos naturales a los que históricamente se ha prestado menor atención y recursos financieros, no debe extrañarlos que sea también uno de los peor conocidos. Por ejemplo, la UE posee directivas sobre conservación de la naturaleza, la calidad del agua y calidad del aire. Tan solo este año (2002), bajo la presidencia española, se ha lanzado una estrategia temática para la protección de los suelos, que podría con el tiempo dar lugar a una directiva comunitaria. Precisamente ha sido esta falta de interés social en todo lo concerniente a los suelos, lo que ha conducido a su actual estado de degradación. Resulta difícil entender esta paradoja debido a la repercusión que tiene el suelo sobre la salud y el bienestar humano, así como por ser una parte de los ecosistemas muy relevante. El suelo es el «gran desconocido» dentro de los recursos naturales, que estamos empezando a valorar sin apenas conocerle.

Pero ¿qué es un suelo? La mejor definición que nos ocurre procede del Budismo Zen. Se trata de un «mantra» que en nuestro caso rezaría más o menos así: «*un suelo es un suelo, es un suelo, es un suelo…* (hasta cansarnos)». Se trata de una técnica de meditación sobre la unicidad de las cosas que resulta pertinente aquí, con vistas a mostrar la falta de contenido de los neologismos. Seguidamente intentaremos «describir» lo que nosotros consideramos que son «algunas» de las principales propiedades de los suelos, o en su naturaleza extensa, de los cuerpos edáficos, paisajes de suelos y edafosfera (IBÁÑEZ y col., 1995a-d, 1997a,b, 2000, 2002).

A través de la historia, el inventario del recurso suelo se ha orientado, preferentemente, hacia la resolución de problemas específicos, permaneciendo la investigación básica en un plano su-

bordinado. En otras palabras, se ha comportado como una disciplina cuasi-aplicada (ARNOLD, 1988). Sin embargo, cada aplicación o problema a resolver demanda una perspectiva y unos datos concretos que, frecuentemente, no son útiles para otros propósitos (ZINCK, 1990). De este modo, cada tipo de reconocimiento refleja tanto el estado del conocimiento de las Ciencias del Suelo, como su relación con las principales preocupaciones de cada época (SIMONSON, 1985; Dumansky 1993). A la hora de analizar este proceso evolutivo, podemos acudir al auxilio de varios modelos conceptuales del sistema suelo. En cierta medida, estos deberían corresponder a distintas concepciones del mismo. Con este propósito, Dumansky (1993) utiliza cinco modelos, Ibáñez y col. (2000) añaden tres más. Básicamente éstos son: (1) *cuerpo natural*: (2) *substrato para el desarrollo vegetal;* (3) *entidad geológica;* (4) *manto estructural;* (5) *manto transmisor de agua*; (6) *componente del ecosistema*; (7) *modelo holístico de la edafosfera*; (8) *componente de los sistemas superficiales terrestres*. Tradicionalmente, los primeros cuatro modelos han sido los más utilizados. Sin embargo, los cuatro últimos comienzan a despertar mayor interés.

1. El suelo como cuerpo natural. El suelo es una entidad «natural», expresión utilizada por el fundador de la edafología el siglo pasado: Dokuchaev, que varia de modo continuo en el espacio y en el tiempo. Esta variabilidad está condicionada por la de otros recursos naturales (clima, organismos, relieve, litología, etc.). Sin embargo, para el estudio de los suelos, el *continuum edáfico* se ha venido dividiendo arbitrariamente en individuos-suelo. La unidad básica para su análisis es el pedón o el cuerpo edáfico. Estos últimos están agrupados en unidades con vistas a elaborar representaciones cartográficas (paisajes o asociaciones de suelos). Los edafotaxa, son identificados y definidos de acuerdo a ciertos sistemas de clasificación. La escala temporal de los principales procesos considerados en este modelo oscila entre cientos y miles de años. La perspectiva del suelo como cuerpo natural es básica para la comprensión de los restantes modelos.

El principal problema de este modelo estriba en definir correctamente lo que es un cuerpo «natural», y más aun la «*esencia de naturalidad*» en términos científicos. Si el suelo es un continuo, al que actualmente comienza a llamársele edafosfera, su fragmentación en unidades discretas es arbitraria o artificial y, por tanto, no «natural». Posiblemente, lo que tácitamente queramos expresar con esta idea es que el suelo es un recurso natural que se auto-organiza espontáneamente, de tal modo que su conjunto adquiere propiedades características que no son reducibles a un análisis reduccionista de sus componentes.

2. El suelo como substrato para el desarrollo vegetal. Este modelo es el de mayor antigüedad (SIMONSON, 1985). De hecho precede al nacimiento de la propia Edafología. Tradicionalmente, se ha utilizado como la principal herramienta para la interpretación de los inventarios de suelos (DUMANSKY, 1993). Pretende analizar, mejorar, organizar y predecir el desarrollo vegetal (cultivos, pastos, bosques), dando recomendaciones sobre la aptitud y manejo de los suelos frente a diversos usos (dosis de fertilizantes, irrigación, etc.). Las propiedades de los suelos más relevantes para este modelo son: agua útil, nutrientes asimilables, conductividad del calor, posibilidad de desarrollo del sistema radicular etc. También se presta cierta atención a la actividad biológica, en tanto que, afecta a la utilización de nutrientes (actualmente denominada «*biodisponibilidad*»), y a los problemas de toxicidad, naturales o producidos por la intervención humana. Los estudios de fertilidad de suelos, ensayos en parcelas experimentales, etc., son esenciales para el modelo. La escala temporal relevante para el estudio de los procesos considerados oscila entre unas semanas y varios miles de años (DUMANSKY, 1993). Los nuevos desarrollos tecnológicos están mejorando los enfoques tradicionales hacia cotas de mayor exactitud y sofisticación, la denominada «agricultura de precisión» (*precission farming*).

3. El suelo como entidad geológica. En orden de antigüedad, esta representación del sistema suelo tan sólo ha sido precedida por el modelo anterior (SIMONSON, 1985). Considera que el suelo es, esencialmente, una entidad geológica originada por la alteración de los materiales litológicos de la superficie terrestre, que está causada por el clima y los organismos. Durante el período de mayor apogeo de esta tesis (siglo XIX e inicios del XX), los suelos fueron clasificados atendiendo principalmente a la naturaleza y propiedades de las rocas y del regolito, permaneciendo los factores climáticos, y biológicos en un segundo plano. Con el transcurso del tiempo, esta representación del suelo ha ido evolucionando dentro del ámbito de la geología, asociándose a disciplinas tales como la geomorfología y la geoquímica del paisaje. La escala temporal adecuada para el estudio de los procesos implicados cubre uno o más millones de años. Actualmente son muchos los edafólogos que consideran que el regolito forma parte del suelo, aunque lamentablemente no lo sea para sus sistemas de clasificación e inventario (SÁNCHEZ, 1994; PATON y col., 1995; IBÁÑEZ y col., 1995a-d; RICHTER y MARKEWITZ, 1995).

4. El suelo como manto estructural. Se trata de un modelo de gran importancia, aunque su empleo generalizado es relativamente reciente. La aplicación de este tipo de representación ha sido llevada a cabo esencialmente por ingenieros y especialistas en geotecnia. A pesar de ello, los cartógrafos de suelos y otros edafólogos han realizado contribuciones relevantes a través del análisis de las relaciones suelo-geomorfología y del estudio de las propiedades mecánicas de los suelos. Este modelo utiliza como propiedades edáficas relevantes: la resistencia, plasticidad, consistencia, infiltración, compactación, porosidad de los suelos, etc. La escala temporal para el estudio de los procesos implicados oscila entre varias semanas y cientos de años (DUMANSKY, 1993). La perspectiva estructural de este modelo, muy utilitaria y relacionada con la tecnología de suelos, tiene importantes aplicaciones en los estudios de desarrollo urbano, gestión de cuencas, estabilidad de laderas, transporte, colmatación de presas y lagunas, localización de vertederos, etc. Actualmente, desde la perspectiva de los sistemas dinámicos no lineales, el suelo puede ser considerado como un «*medio poroso heterogéneo auto-organizado*».

5. El suelo como manto transmisor de agua. Esta representación, también de naturaleza utilitarista considera al suelo como un elemento del ciclo hidrológico (absorción, almacenamiento y transmisión de agua en el paisaje). Las propiedades físicas del suelo y sus relaciones con el sustrato, clima y vegetación son sus principales objetivos. Los medios básicos para interpretar los datos se sustentan en la aplicación de modelos matemáticos (DUMANSKY, 1993). Esta representación tiene en los estudios de erosión, estabilidad de laderas, respuesta hidrológica de cuencas y parcelas experimentales, etc., sus principales campos de aplicación. Mediante esta aproximación pueden abordarse ciertos estudios de calidad ambiental, riesgos naturales, planificaciones agrícolas, forestales y urbanas, etc.

6. El suelo como componente del ecosistema. El objetivo de la perspectiva eco-edafológica es la comprensión del suelo como un subsistema de los ecosistemas terrestres. Se trata de un modelo relativamente reciente y multidisciplinar. Aborda el estudio del suelo y sus interacciones con los restantes elementos de los ecosistemas. El suelo, en sí mismo, también puede ser considerado como un ecosistema. Esta representación se ha centrado preferentemente sobre los ciclos de nutrientes, las biocenosis edáficas, los flujos de energía y materiales, pero sobre todo las redes tróficas. Así pues, se diferencia de los modelos anteriores por su énfasis sobre los aspectos biológicos, bioquímicos y ecológicos de los suelos. Esta perspectiva, como las restantes no se encuentra exenta de dificultades. Como ya hemos señalado el suelo es uno de los subsistemas de los ecosistemas terrestres cuya estructura y funcionalidad son menos conocidas (MARGALEF,

1993). Asimismo, una buena parte de sus propiedades son transitorias («*transient properties*»), es decir cambian rápidamente en el espacio y sobre todo en el tiempo, estando adicionalmente condicionadas por su ciclo anual y variabilidad interanual. Recientemente se han comenzado a aplicar en los estudios de calidad (*soil quality*) y monitorización de suelos.

7. Modelo holístico de la edafosfera. El concepto de *edafosfera* se ha venido utilizando esporádicamente en ciertos contextos. Sin embargo, los problemas ambientales de alcance planetario la han popularizado recientemente (IBÁÑEZ y GARCÍA ÁLVAREZ, 1991, IBÁÑEZ y col., 2000). El modelo ha sido descrito por Ibáñez y García Álvarez (1991) e Ibáñez y col. (1995a-d), entre otros y contempla una visión lo más globalizadora (holística) posible del sistema suelo considerando como tal también su regolito (que también posee sus leyes de auto-organización). Adicionalmente, intenta reconocer la naturaleza del *continuum edáfico* y plantea el uso de nuevas metodologías para su estudio. Por último, aborda el análisis simultáneo de la edafosfera y el modelado terrestre (geomorfología), por considerarlos elementos integrantes de una misma entidad básica: la *geoderma*.

La *edafosfera* es un sistema auto-organizativo con las suficientes peculiaridades genéticas, estructurales, dinámicas y evolutivas para ser considerada como un subsistema susceptible de ser individualizado en el contexto del sistema biogeosférico (IBÁÑEZ y GARCÍA ÁLVAREZ 1991). Sin embargo, también es cierto que se comporta más como una «*esfera*» de frontera o interacción entre diversas esferas primarias (atmósfera, litosfera, hidrosfera, biosfera, etc.), que como una de estas últimas.

Dejando a un lado una descripción pormenorizada de este modelo que incluye formalismos algebraicos, diremos que *el suelo y el modelado terrestre son una misma esfera de frontera* con propiedades auto-organizativas propias que proceden de la acción conjugada en el tiempo de las mencionadas esferas primarias (IBÁÑEZ y col., 1995a-d, 2000). Dentro de esta expresión podría incluirse también la acción humana o *tecnosfera*, segregándose pues, por sus peculiaridades, del resto de los organismos vivos. Debe tenerse en cuenta que existen ciertas estimaciones que señalan que, actualmente, el ser humano moviliza anualmente más sedimentos superficiales (incluidos los suelos, por supuesto) que todos los restantes agentes morfogenéticos simultáneamente (MONASTERSKY, 1994).

La *edafosfera* sería pues como una geoderma o geomembrana del modelado terrestre con ciertas analogías a las biomembranas de los seres vivos (ROZANOV, 1988; TARGULIAN y col., 1990a,b). No obstante posee rasgos organizativos propios. También se trata de un sistema abierto, complejo, polifásico y polifuncional (TARGULIAN y col., 1990b). Como geomembrana epi-litosférica, a través de la edafosfera se producen y regulan los flujos de energía y materia con aquellas esferas del sistema planetario con las que interactúa. Es decir afecta y es afectada por la litosfera, hidrosfera, biosfera, etc. Estas propiedades de la edafosfera provienen de su estructura: ligera, porosa, permeable a los gases atmosféricos y al agua, así como por constituir el hábitat de las biocenosis terrestres e incluso acuáticas, puesto que la microflora y los taxa de menores dimensiones de la microfauna son organismos acuáticos.

Del mismo modo, y como ya hemos comentado con anterioridad, existen pruebas irrefutables de que la actividad biológica de los suelos y sus repercusiones sobre los procesos de alteración biogeoquímica se extienden desde la superficie hasta algunas decenas e incluso más de un centenar de metros en suelos desarrollados sobre superficies geomorfológicas muy estables (SÁNCHEZ, 1994; RICHTER y MARKEWITZ, 1996). Pensamos que si los regolitos o saprolitas no han sido considerados ni en el concepto de suelo, ni en las clasificaciones, y cartografías edafo-

lógicas, han sido el resultado de la gran influencia del paradigma agronómico que ha sustentado la edafología en el pasado, así como de los problemas técnicos inherentes para perforar a grandes profundidades. Sin embargo, actualmente comienzan a desarrollarse instrumentos que podrían facilitar estas tareas. Más aun, la demanda actual en información de suelos exige la elaboración de modelos hidrológicos (incluyendo la modelización del transporte acuoso de contaminantes desde los suelos hasta los acuíferos o manantiales). En consecuencia la presente propuesta, además de corregir una concepción del suelo ciertamente limitada, a la luz de los conocimientos actuales, es apta para resolver diversos problemas que ocupan y preocupan a los gestores de la política científica y a los propios ciudadanos.

8. El suelo como componente de los sistemas superficiales terrestres. El concepto de *geoecosistema* como sinónimo de *sistema superficial terrestre* (*earth surface system*) pretende abarcar a todas aquellas estructuras naturales que componen, e interactúan, en la superficie terrestre. De hecho, amplia la visión tradicional de la teoría ecológica al contemplar, con el mismo rigor y peso específico, las estructuras bióticas y abióticas del paisaje. Básicamente, los geosistemas pueden ser entendidos como entidades dinámicas que responden tanto a sus propios cambios internos, como del medio (externos), y cuyos componentes se encuentran estrechamente interrelacionados, organizándose jerárquicamente en el espacio y el tiempo. Se han elaborado diversas propuestas con vistas a la conceptualización de los geosistemas, partiendo de la teoría de sistemas jerárquicos. Las más recientes suelen conjugar las aproximaciones sistémicas tradicionales con las novedosas aportaciones de la teoría del caos (IBÁÑEZ y col., 1990, 1991, 1995a-d, 1997a,b; PHILLIPS, 1996, 1999). En este modelo, la geoderma sería una esfera de frontera con propiedades auto-organizativas propias que proceden de la acción conjugada en el tiempo de las mencionadas esferas primarias: biosfera, litosfera, hidrosfera, etc., la *tecnosfera*, desde luego no parece que pueda calificarse como «natural», si bien segrega al *Homo sapiens «tecnologicus»* por sus peculiaridades, del resto de los organismos vivos.

Recientemente Phillips (1999) reúne toda esta información desde el punto de vista de la teoría de los sistemas no lineales, aportando una rica variedad de ejemplos procedentes del ámbito de la edafología, geomorfología, hidrología, etc. Pero lo más interesante de la obra citada es como su autor expone las regularidades en la estructura y dinámica de diferentes materias abordadas por casi todas las distintas disciplinas que conforman los sistemas superficiales terrestres. De este modo llega a la conclusión de que, muy posiblemente, sería fructífero estudiar todos estos componentes como subsistemas de un único sistema: «el sistema superficial terrestre». De hecho existen sorprendentes similaridades entre la génesis de las estructuras espaciales de los sistemas ecológicos y edafológicos (IBÁÑEZ y col., 2002). Esto no quiere decir que los suelos tengan alguna misteriosa esencia vital, sino más bien todo lo contrario: que ciertas propiedades presuntamente superorganísmicas (el ecosistema como un superorganismo) conferidas a los sistemas ecológicos no son tales, sino el simple resultado de una dinámica no lineal intrínseca a ambos recursos (y a otros muchos objetos naturales, sociales, económicos, etc.). Por tanto, en la perspectiva del modelo 8, que de hecho incluye al 7, el suelo debería considerarse como un subsistema de los sistemas superficiales terrestres. Como corolario, la edafología podría ser como una subdisciplina de una ciencia más holística y pluritemática.

Conclusiones sobre los modelos mencionados. Cada representación del sistema suelo ofrece un camino concreto y restringido de comunicar la información edafológica. Sin embargo, la comprensión global de la estructura, dinámica y evolución de la edafosfera pasa ineludiblemente por considerar, simultáneamente, las propiedades más relevantes en cada uno de los modelos.

Con la excepción de los modelos 7 y 8, las restantes perspectivas mencionadas sólo perciben una visión fragmentada y, por lo tanto, sesgada de la realidad. Dicho de otro modo, tan solo proporcionan la información relevante para unas pocas áreas específicas de investigación o aplicación.

Los inventarios de suelos, sustentados principalmente en los principios del primer modelo, se relacionan «relativamente» bien con el segundo. No obstante, presentan serias dificultades de integración con el tercero, cuarto y quinto, y escasas posibilidades de compatibilización con el sexto séptimo y octavo. Sin embargo son las cuatro últimas perspectivas las que están recibiendo actualmente una mayor atención por parte de los responsables de las políticas científicas nacionales e internacionales. Esta afirmación se encuentra apoyada por varios de los documentos elaborados en la conferencia de Río (UNCED) dentro del marco de la agenda 21. Se trata de lo que podría denominarse la *paradoja conceptual del sistema suelo*. En otras palabras, las concepciones tradicionales del sistema suelo no son por si solas cualitativamente adecuadas para satisfacer las demandas actuales de información edafológica, pero sí las propuestas en los modelos 7 y 8.

CORRIENTES ACTUALES DE LA INVESTIGACIÓN EDAFOLÓGICA

Se hace un análisis crítico de las tendencias actuales de la edafología, con el fin de indicar cuales pueden ser líneas de investigación viables.

Las funciones del suelo. Resulta difícil encontrar textos actuales de edafología en donde no se recoja las denominadas «funciones del suelo». Se trata de un término, al parecer introducido por Blum (BLUM y AGUILAR SANTELISES, 1994). De acuerdo a este autor el suelo tiene seis funciones principales, tres de naturaleza ecológica y otras tres relacionadas con actividades humanas, que no tienen porqué ser necesariamente «complementarias»:

Funciones ecológicas

- Producción de biomasa (alimento, fibra y energía).
- Reactor que filtra, regula y transforma la materia para proteger al ambiente de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y mantener la cadena alimentaria.
- Hábitat biológico y reserva genética de muchas plantas, animales y organismos, protegiéndoles de la extinción.

Funciones ligadas a la actividad humana

- Medio físico que sirve de soporte para estructuras industriales y técnicas, así como actividades socioeconómicas tales como vivienda, desarrollo industrial, sistemas de transporte, recreo o ubicación de residuos, etc.
- Fuente de materias primas que proporciona agua, arcilla, arena grava, minerales, etc.
- Elemento de valor cultural, por contener restos paleontológicos y arqueológicos de gran valor para conocer la historia de la tierra y de la humanidad.

Cabría preguntarse por que se utilizan los vocablos «funciones o función». En los diccionarios de la lengua castellana, función viene a definirse como la actividad propia de un órgano o máquina, o de una misión. Los suelos no desempeñan ninguna función en la naturaleza, como

tampoco los otros recursos biológicos o geológicos, simplemente son el resultado de las fuerzas naturales. El suelo tampoco tiene rasgos teleológicos, puesto que no posee ningún objetivo, ninguna función. En consecuencia el vocablo se puede considerar desafortunado desde un punto de vista científico. Se trata de un concepto antropocéntrico que consolida una visión estrictamente utilitarista de los suelos. Los suelos son parte de nuestro patrimonio geológico y biológico, por lo que merecen la misma consideración para ser conservados.

Si bien en ecología se hablaba también de las funciones de los ecosistemas, el mencionado término a comenzado a ser sustituido por el de «*servicios*» ecosistémicos, que es mucho más riguroso. En efecto, el suelo ofrece a la humanidad unos «servicios» que le son vitales, pero no posee ninguna función en si mismo. En cualquier caso, hay que reconocer que el término funciones del suelo comienza a ser de uso común tanto en la bibliografía como entre los gestores de la política ambiental.

Al margen de la desafortunada utilización del término función su contenido no aporta nada nuevo a la ciencia. Si prestamos atención a los modelos o «concepciones» de suelos descritos, podemos observar que contienen todas y cada una de las reiteradas «funciones del suelo». Dicho de otro modo, se trata de las distintas maneras en que los seres humanos han ido percibiendo los suelos. Se trata en definitiva de «vino viejo en nuevas botellas». Eso sí aparentemente más ambientalistas. En definitiva lo que Blum denomina «funciones» del suelo nosotros lo consideramos «propiedades» o «servicios».

Las calidades del suelo. Otro de los términos de moda que comienza a formar parte del lenguaje ambientalista de la edafología actual es el de «calidad del suelo» (*soil quality*) (DORAN y JONES, 1996). Generalmente aparece asociado a las funciones del suelo, como se recoge en su conocida definición:

> *«Es la capacidad del suelo de funcionar, dentro de las fronteras del ecosistema y el uso de la tierra, manteniendo la calidad ambiental y fomentando la salud de plantas, de los animales y del hombre»* (Doran y Parkin 1994).

¿Calidad, capacidad para funcionar, fomentar la salud? Pero ¿de qué estamos hablando? ¿de un recurso natural, de un ingeniero o de un médico? ¿acaso los suelos poseen una misteriosa inteligencia y aptitudes curativas? Los suelos no poseen calidades sino propiedades (SOJKA y UPCHURCH, 1999; GARCÍA ÁLVAREZ e IBÁÑEZ, 2002). Se trata nuevamente de un término de moda con un componente antropocéntrico. Más concretamente nuestras críticas son las siguientes:

Críticas al concepto de calidad del suelo

- Se basa en el análisis de una agricultura regional y está asociado asociado mayoritariamente a un tipo de suelo (Mollisoles) (SOJKA y UPCHURCH, 1999).
- La evaluación de la *calidad del suelo* emplea una gran variedad de medidas, percepciones empíricas y valoraciones subjetivas.
- Incluye juicios de valor social, económico, etc., de dudosa validez científica
- Es un término ambiguo y no un atributo científico objetivo.
- Está concebido en función del uso final que es mayoritariamente agronómico, por lo tanto utilitarista.
- Confunde los usos o propiedades del suelo con las denominadas *funciones del suelo.*

Por tanto la calidad del suelo equivale a decir: (i) aquellas propiedades que hacen de los suelos especialmente aptos para determinados usos y (ii) que algunas de estas propiedades pueden ser alteradas por el uso directo o indirecto con consecuencias negativas o positivas para el ser humano. Como ejemplo de modificaciones positivas cabría citar las «dehesas» y «montados» peninsulares o de los «bocages y hedgerows» de la Europa templada, considerándose por esas razones, sistemas «sustentables». En este sentido debemos resaltar que la agricultura ecológica con sus prácticas agrícolas puede mejorar las propiedades del suelo, superando incluso las que suelen encontrarse en condiciones naturales. Una vez más se trata de un concepto de moda sin contenido, con una fuerte competente antropocéntrica. Modificar los suelos para ejercer sobre ellos un uso sustentable viene a decir lo mismo que mejorar la calidad del suelo.

Resulta por tanto injustificado leer frases como el «*paradigma de la calidad de suelos*». Lo peor de todo es que los responsables de las políticas ambientales de los países desarrollados, como por ejemplo se especifica en el VI Programa Marco Europeo del Medio Ambiente, están propiciando grandes programas con vistas a «monitorizar la calidad de los suelos». La pregunta es ¿cómo se mide la calidad del suelo? Con tal propósito diversos autores han propuesto numerosos índices de *Calidad del Suelo* (DORAN y PARKIN, 1994). De nuevo estas ecuaciones poseen un gran parecido con los modelos anteriores. Todas estas ecuaciones o índices de calidad de suelos son meras abstracciones conceptuales expresadas de forma axiomática. No se trata de algoritmos que puedan resolverse matemáticamente. Las variables en si no son mesurables. Se trata de atributos que habría que hacerlos operativos para poder ser resueltos mediante métodos matemáticos. Con los conocimientos actuales esto es imposible.

Sin atender a los argumentos precedentes, se busca un grupo mínimo de indicadores físicos, químicos y biológicos que sirvan para estimar la calidad de los distintos tipos de suelos en amplias extensiones (p. ej. el continente europeo). Se trata de ir a la búsqueda de lo imposible. Seguidamente exponemos uno de los «grupos mínimos de indicadores» propuestos en la literatura.

Conjunto de datos mínimo de indicadores físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del suelo (LARSON Y PIERCE, 1994)

Indicadores	Relación con la función del suelo
Propiedades físicas:	
Textura	Retención y transporte de agua y nutrientes
Profundidad de suelo y raíces	Estimación de la productividad potencial
Infiltración y densidad aparente	Lixiviado potencial; erosividad
Capacidad de campo y retención hídrica	Transporte y erosividad
Propiedades químicas:	
Materia orgánica (C y N orgánico total)	Fertilidad del suelo; estabilidad
pH	Umbrales de actividad química biológica
Conductividad eléctrica	Umbrales de actividad microbiana y vegetal
N, P y K extraíble	Nutrientes disponibles para las plantas
Propiedades biológicas:	
Biomasa microbiana (C y N)	Potencial catalítico microbiano
N mineralizable potencial (inc. anaerobia)	Productividad del suelo
Respiración del suelo, contenido de agua y temperatura	Medida de la actividad microbiana

El problema estriba en que ciertos esquemas conceptuales elaborados para determinados tipos de suelos, en determinados ambientes geoclimáticos y tipos de uso, no deben ser exportados a otros. Este tipo de debates ya se produjo hace décadas a la hora de medir la «calidad del agua» (WASHINGTON, 1984). Tras décadas de debates los expertos siguen sin ponerse de acuerdo sobre el conjunto de datos mínimos exigibles. Los edafólogos, en su mayor parte, no han aprendido la lección y continúan recopilando esquemas caducos que proceden de disciplinas afines y usándolos como si fueran nuevas aportaciones para las Ciencias del Suelo.

La salud y el cuidado del suelo. En consonancia con los conceptos anteriores, otro de los vocablos de moda es el de «salud del suelo» (*soil health*). La salud del suelo de acuerdo con Doran y Safley (1997) se puede definir como:

> «(…) *la capacidad de un suelo, de funcionar o de responder a las perturbaciones humanas o naturales en el tiempo de acuerdo a su potencialidad*

Dicho de otro modo, si un suelo tiene «buenas cualidades» el suelo goza de una espléndida «salud». Pankhurst (1994) va más lejos al señalar que*: «un suelo sano será necesariamente un suelo productivo* (…) *la ausencia de limitaciones físicas y químicas al desarrollo vegetal, tales como la acidez, salinidad, encharcamiento, compactación, acumulación de tóxicos y la ausencia de limitaciones biológicas tales como las enfermedades de las raíces son sinónimos de un suelo saludable*». El autor parece olvidarse que muchos suelos no afectados por las perturbaciones humanas son muy ácidos, salinos, sódicos, etc., y por tanto según los criterios de «calidad del suelo» estos se encontrarían «gravemente enfermos», por lo que deberían ir a un hospital de suelos (*soil hospitals*). En la cuadro adjunto se describen algunas de las posible críticas que pueden realizarse a este concepto:

Salud del Suelo (Condición del Suelo) *(*RAPPORT et al., *1997)*

- Refleja la idea del suelo como la de un organismo vivo y dinámico, que funciona «holísticamente» *(*Doran y Safley *1997)*
- No hay una definición precisa del término; al contrario, existen fuertes controversias en la literatura científica
- Frecuentemente se utiliza como sinónimo de *calidad del suelo*
- No es posible una medida directa de la salud del suelo. Para ello deben valorarse componentes o procesos del sistema *(*Elliott 1997*)*
- Es necesario buscar un grupo de síndromes-indicadores (signos), cuya presencia ponga en evidencia la falta de «salud» en el suelo

Del mismo modo, en el cuadro siguiente se presentan algunas de las variables a medir con vistas a estimar la salud del suelo. Como puede observarse, los criterios son semejantes a los empleados para estimar la calidad de los suelos. Podemos decir pues que ambos conceptos, si no son sinónimos al menos solapan sus contenidos.

Estimación de la salud del suelo (Soil Health Kit; Agricultural Research Service, EE.UU.)
Propiedades físicas:
Densidad aparente
Tasa de infiltración
Contenido de agua
Propiedades químicas:
pH
Nitratos
Conductividad eléctrica
Propiedades biológicas:
Respiración

No debe por tanto extrañar que otros investigadores (YAALON, 1996) utilicen eufemismos como el del «*cuidado del suelo*» (*soil care*) e intentan convencer a sus colegas de que este vocablo es diferente y más adecuados que el de conservación del suelo. Todo esto nos parece lamentable. El suelo no se asemejará más a un ente vivo, por mucho que acuñemos vocablos de esta índole. Tan solo nos falta ya dotarlo de inteligencia. Por cierto, algunos autores también hablan de la *memoria del suelo* (*soil memory*) (TARGULIAN y col., 1990a, b), aunque el sentido y contexto en los que se utiliza es más razonable, puesto que existen rasgos morfológicos en los mismos que nos informan de los ambientes del pasado.

Resiliencia del suelo. Se trata de otro de los términos de moda del lenguaje ambientalista. El vocablo resiliencia ha venido utilizándose durante las últimas décadas en el ámbito de la ecología. En consecuencia no aporta nada nuevo excepto que los edafólogos tratan de aplicarlo en el sistema suelo. Básicamente se trata del potencial de los suelos para recuperarse tras perturbaciones naturales o antrópicas para alcanzar el estado (estacionario) anterior a la perturbación. Resulta paradójico que, al menos en los textos consultados, no se precise que el sistema puede alcanzar tanto el antiguo como otro nuevo estado estacionario distinto que el anterior, con independencia de que este también sea o no de «calidad» o «saludable», desde la perspectiva utilitarista humana. Para variar, algunos autores también expresan el concepto de forma axiomática. En cualquier caso, al menos este vocablo no posee las connotaciones antropocéntricas, teleológicas y utilitaristas de los precedentes. Del mismo modo Lal (1994) presenta el siguiente cuadro sobre los principales factores que podrían afectar a la resiliencia del suelo:

Factores que afectan a la resiliencia de los suelos (LAL, 1994)

Factores Endógenos	**Factores Exógenos**
Profundidad radicular	Uso de la tierra y sistemas de manejo
Textura del suelo y mineralogía de arcillas	Innovaciones tecnológicas
Material parental	Gestión y tipo/cantidad de insumos
Posición en el paisaje y fisiografía	
Régimen de humedad	
Micro y meso clima	
Biodiversidad del suelo	

Estimación de la sustentabilidad. El propio Lal (1994) va más allá y propone un índice de sustentabilidad de los agrosistemas. Sin entrar en más detalles nosotros entenderemos sustenta-

bilidad como todos aquellos instrumentos que nos permitan superar la capacidad productiva del suelo al mismo tiempo que la mantengan con rendimientos aceptables (elevar la tasa de renovación de la biomasa). Así pues, de acuerdo con Lal:

$$I_S = f(P_i \cdot S_p \cdot W_r \cdot C_f)_t$$

En donde I_S = índice de sustentabilidad agrícola; P_i = la productividad per capita, y por unidad de insumo de los recursos no renovables; S_p = cambio de las propiedades del suelo y de los procesos ambientales claves para sustentar la vida; W_r = agotamiento o pérdida de calidad de los recursos hídricos; C_f = alteración del clima con posibles repercusiones a largo plazo ¿cambio climático?. Así pues, en palabras de Lal, su índice depende de la productividad, así como de los cambios en las características del suelo y del ambiente, teniendo en cuenta que el suelo es un recurso limitado no renovable. Obviamente este formalismo tampoco sirve de mucho, aunque le de una apariencia de rigor matemático.

CORRIENTES ACTUALES SOBRE SUSTENTABILIDAD DE LOS SUELOS

Como hemos podido analizar en el apartado anterior, el crecimiento exponencial en el número de los términos utilizados, es más una manifestación de nuestra falta de conocimientos que de nuestro progreso. Las investigaciones sobre las pretendidas «funciones, calidad y salud» de los suelos no son más que una serie de connotaciones populistas que están vacías de contenido científico. Lo que realmente necesitamos es un mejor conocimiento sobre la estructura, dinámica y evolución de los suelos bajo distintos ambientes y usos de la tierra. No se puede hacer una ciencia del suelo no profundizamos en la investigación básica de este recurso natural tan poco conocido. A continuación intentaremos demostrar la banalidad de estos planteamientos desde la experiencia europea.

El VI Programa Marco Comunitario de Investigación y Medio Ambiente propone una nueva serie de medidas e iniciativas de futuro incierto. Los documentos elaborados a este respecto por las Instituciones Comunitarias se asemejan más a panfletos populistas y de lavado de imagen que a verdaderos intentos pragmáticos por solucionar los problemas actuales que sufren los suelos en Europa. En la Unión Europea existen tres instituciones relacionadas con la problemática de los suelos: (i) la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) a través de su Centro Temático del Medio Ambiente Terrestre; (ii) La Oficina Europea de Suelos, perteneciente al Instituto de Medio Ambiente y Sustentabilidad del Centro de Investigación Conjunta Comunitaria (JRC) y (iii) El Foro Europeo de Suelos (ESF).

Hasta la fecha, la misión principal de la EEA consiste en informar a los gobiernos de la UE, al Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la Unión Europea y al Parlamento Europeo, del estado del medio ambiente en Europa. Los recursos de que dispone son escasos y carece de instrumentos eficaces para desarrollar una política propia. El ESF es un órgano asambleario con representantes de todos los países e instituciones europeas relacionadas con el tema. Suele reunirse una vez al año con el fin de elaborar informes que luego son distribuidos a otros Organismos para su consideración. Por último, el ESB es la única de las iniciativas señaladas, que por su composición aglutina preferentemente a los Servicios Nacionales de Suelos de Europa, es decir a científicos y técnicos, que tendría capacidad para realizar estudios en materia de inventarios y

monitorización. Sin embargo apenas dispone, hasta la fecha, de la financiación interna que permita abordar otras iniciativas que las de sufragar los gastos de las Reuniones de sus Comités consultivos internos.

Por todo ello, consideramos que la futura investigación europea para el estudio de los suelos y el desarrollo de una agricultura sustentable dista mucho de la que debería realizarse sobre bases científicas más sólidas, a igualdad de inversiones presupuestarias. Los científicos, agobiados por la falta de recursos financieros y la necesidad de publicar temas de «moda» en revistas de prestigio internacional, imprescindibles para su promoción profesional, se distancian de lo que debería consistir su tarea: realizar ciencia de calidad y advertir a la sociedad de que ciertas líneas de investigación, como por ejemplo rellenar las lagunas existentes sobre la distribución espacial de los suelos y sus propiedades, la monitorización de los mismos, mejorar nuestro precario conocimiento de la biodiversidad del sistema edáfico, no se pueden abordar con rigor sin una investigación básica previa. En otras palabras que existen ciertas preguntas e iniciativas de la sociedad que no pueden tener respuesta en este momento por parte de la comunidad científica. Cuando esto ocurre debemos deducir que los sistemas de I + DT europeos son bastante precarios.

SUELO, AGRICULTURA ECOLÓGICA Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Hasta aquí, hemos intentado describir diversas tendencias actuales de la investigación edafológica, básica y aplicada en el marco del mal denominado nuevo paradigma del medio ambiente global (*new global environmental paradigm*) (ESWARAN, 1994). A continuación intentaremos dar algunas ideas de cómo los dos temas mencionados pueden insertarse en un desarrollo sostenible circunscrito por una economía global.

Para empezar insistiremos en que cualquier política sobre agricultura ecológica y manejo de los suelos deben desarrollarse en unos marcos geopolíticos, socioeconómicos y ambientales concretos. En principio, debe entenderse que las políticas sobre estos temas serán necesariamente muy distintas en los países ricos y pobres.

Por su parte el medio ambiente es también determinante. Así, por ejemplo, en los Estados industrializados las principales causas de degradación de los suelos son la contaminación y en mucho menor grado ciertas alteraciones de la física de los suelos. Por otro lado, la pérdida de suelos es tanto o más debida al desarrollo de infraestructuras materiales (proceso al que también se denomina sellado), que devoran la edafosfera a gran velocidad, que por la propia erosión del recurso. Merece la pena señalar como, por ejemplo, en Dinamarca, Holanda, Alemania, etc., la pérdida del suelo por sellado ronda entre el 20 y el 25%. Y lo peor no es eso, sino que el proceso continúa a un ritmo acelerado. Sin embargo, en muchos países subdesarrollados de África, América y Asia, especialmente cerca de los trópicos, con suelos antiguos, profundos y pobres en nutrientes, los bajos insumos de agroquímicos no suelen generar problemas de contaminación y, del mismo modo, el sellado sólo afecta a una pequeña proporción (generalmente litoral) de sus amplias superficies. Por lo tanto sus principales problemas son la falta de nutrientes y la erosión.

Desde un punto de vista socioeconómico también cabe señalar que las políticas agrarias de los Estados ricos pueden hacer uso no solamente de las innovaciones tecnológicas, sino de una planificación en la que los gobiernos pueden persuadir a los agricultores para que adopten nuevas prácticas más sustentables acudiendo a diversas medidas económicas tales como los subsi-

dios, incentivos, etc., como es el caso de la que se denominó nueva PAC en Europa (Política Agraria Común). Las arcas de los países menos favorecidos les impiden, entre otras cosas, estimular este tipo de iniciativas. Esto no quiere decir que las medidas adoptadas por los Estados ricos den siempre los resultados apetecibles, o que sean las más apropiadas. A su vez, la investigación ha avanzado muy poco en ciertos temas. Por ejemplo, todavía no se sabe evaluar con precisión las consecuencias ambientales y económicas de la pérdida de suelo por erosión.

Desde otro punto de vista, ciertos factores de gran relevancia en la economía agraria de un país tienen que ser considerados. Este es el caso de la tenencia de las tierras. No es lo mismo desarrollar políticas para los pequeños agricultores (minifundistas) que para los grandes terratenientes (macrofundistas). De igual manera los países ricos pueden diseñar políticas de incentivos para evitar la desertización humana de sus espacios agrarios menos favorecidos (p. ej. la agricultura de montaña), a pesar de su baja rentabilidad en muchos casos. El frenar la emigración masiva del campesinado a las ciudades y la litorización es casi imposible en muchos países del tercer mundo, tanto más cuanto apenas existen posibilidades de generar empleo industrial o en el sector de servicios. Del mismo modo, la sustentabilidad agraria en muchas regiones del tercer mundo tienen o deben tener en cuenta paliar el hambre de la población y consolidar la autarquía familiar o comarcal. Estos no son problemas que afecten a los agricultores de los países desarrollados en donde el estado del bienestar está mucho más asegurado. Sin embargo, muchos países desarrollados tienen el problema del envejecimiento de sus poblaciones rurales (la conocida inversión de la pirámide de población), con los correspondientes contratiempos respecto al trabajo que se puede desarrollar y a las mentalidades más conservadoras de las personas mayores respecto a los cambios o adopción de nuevas tecnologías.

Tampoco hay que olvidar el papel que desempeñan las infraestructuras viarias y de almacenamiento de los excedentes, con vistas a la comercialización de los productos agrarios. Muchos países pobres poseen unas infraestructuras penosas que dificultan el transporte de las mercancías agroalimentarias entre las áreas industriales y las zonas remotas. En este contexto puede entenderse por ejemplo, que el desarrollo de una agricultura ecológica en las áreas de montaña, incentivada por los gobiernos, sea una medida factible y deseada en diversos países ricos en donde además de evitar el despoblamiento existen redes viarias que hacen llegar los productos al mercado con gran rapidez. Más aún, como dijimos anteriormente en estos Estados existe un mercado ambiental receptivo a los productos ecológicos, aunque resulten ser más caros.

Como veremos más adelante, los intereses de una sociedad y la de los propios agricultores a menudo son divergentes. En estos casos, como dijimos existen diversas medidas fiscales y económicas que pueden persuadir a los agricultores para tomar decisiones que permitan el desarrollo de la agricultura y el uso sustentable de la tierra. Esto tampoco suele ser factible en los países más pobres. Emerge aquí otro problema asociado al grado de desarrollo que no puede ni debe soslayarse. Se trata de un factor psicológico. Por un lado nos enfrentamos con el factor cultural de las sociedades indígenas. Pero hay más, guerras, desastres naturales, hambrunas, epidemias (humanas y agropecuarias) etc., que hacen que los agricultores de los países pobres no planifiquen (como es lógico) su futuro, ni el de sus explotaciones a largo plazo. La existencia de un mundo lleno de incertidumbre a la vuelta de la esquina les hace vivir día a día, por lo que sólo suelen tener en cuenta la cosecha del año siguiente. Muchos cooperantes en ONGs nos han advertido de la imposibilidad, o como mínimo la resistencia de las culturas locales a adoptar medidas más racionales incluso en momentos de bonanza en las producciones.

Cuando los intereses de las sociedades y de los agricultores convergen –por no señalar toda la jerarquía: individual, local, comarcal, regional, nacional, supranacional, global, en donde se producen diversos tipos de conflictos entre diferentes niveles jerárquicos como ya predicen las denominadas limitaciones de la teoría de los sistemas jerárquicos– es bastante factible adoptar medidas tendentes a la sustentabilidad de los usos agrarios. Sin embargo, este no suele ser el caso ni en los países más ricos, como bien sabemos en Europa.

Los agricultores suelen tomar decisiones que maximicen o estabilicen sus producciones, valorando sus ventajas y desventajas, tal cual ellos las perciben (generalmente en unidad monetaria). Para convencerles de adoptar medidas alternativas que fomenten la sustentabilidad hay que comunicarse en el mismo lenguaje. Toda intervención tendrá unos costes monetarios y no monetarios o de oportunidad (emplear un mayor tiempo de trabajo construyendo por ejemplo terrazas, cortavientos, labores de drenaje, transportando y esparciendo enmiendas orgánicas, etc.). El problema suele ser que es mucho más fácil valorar los costes que los beneficios, por ejemplo el incremento de la fertilidad de los suelos, y posiblemente la reducción de la incidencia de plagas generadas por una agricultura ecológica sustentable. En términos generales, los beneficios de un manejo sustentable son de tres tipos. (i) incremento *cuantitativo* de la producción (aunque no siempre sea sí); (ii) disminuir el riesgo de fluctuación de las producciones y (iii) reforzar *cualitativamente* la resiliencia del suelo y la sustentabilidad en el uso de la tierra, a la par que la mejora *cualitativa* de los productos obtenidos (calidad de los alimentos). Como ya señalamos, con la salvedad de un cierto sector de población minoritario en los países desarrollados, no hay mercado para suelos más resilientes y lamentablemente poco para los productos de mayor calidad alimentaria.

En cualquier caso estimar los beneficios no monetarios de la agricultura sustentable es una tarea difícilmente cuantificable. En los últimos años los economistas han iniciado dicha tarea desde diferentes ópticas, economía ecológica, economía de los recursos naturales, etc., son otros vocablos de moda. Es evidente que incluir el valor de los recursos naturales así como de su degradación ambiental en las contabilidades nacionales de los gobiernos ayudará a dimensionar su verdadero valor (IBÁÑEZ y col., 1993). Sin embargo el problema consiste en como cuantificar este valor monetario. Nuevos descubrimientos sobre el interés económico (p. ej. industrial, medicinal, etc.) de ciertos productos o especies naturales (diversidad genética) podrían hacer oscilar bruscamente la tasación de los ecosistemas y especies, y por tanto los criterios de conservación (biología de la conservación). Si los especialistas no se ponen de acuerdo a la hora de cuantificar la «calidad y salud» de los suelos, se entorpece la tarea para los economistas. Como podemos entonces pedir a los agricultores que entiendan unos criterios difícilmente objetivables, por intuitivos que sean. Asignar un valor a la naturaleza entraña ciertas ventajas, pero también muchos riesgos. Sinceramente consideramos que el patrimonio de la naturaleza, como el cultural, no tienen precio. Conservarlos es tanto nuestra obligación como invertir en nuestra propia supervivencia. Como ejercicio intelectual y como ilustración de su vital importancia, los esfuerzos de los economistas nos parecen interesantes. Sin embargo no se puede calcular el precio de todas las cosas. Se trata de consecuencias indeseadas de una economía capitalista ultraliberal que podría entrañar en el futuro consecuencias perversas.

Otro problema para convencer a los agricultores de la conveniencia de adoptar sistemas de manejo sustentables estriba en que la mayor parte de sus beneficios no monetarios se hacen esperar años (a veces muchos) antes de que den sus frutos. Restablecer el equilibrio ecológico de los suelos (término mucho más aceptable, en nuestra opinión, que el de calidad de suelos) no es

una tarea necesariamente breve. Las inversiones monetarias o de otro tipo (esfuerzo en tiempo) si lo son. Del mismo modo, el incremento de la productividad es mucho más tangible y, según como se mire, también rápido. Pero una buena parte de los beneficios de las prácticas sustentables (descenso de la contaminación de las aguas superficiales y subsuperficiales, reducción de la tasa de colmatación de los embalses, etc.) benefician más a la sociedad que a los propios agricultores. En otras palabras, se disfrutan en otros niveles superiores de la jerarquía agroecosistémica ya mencionada. En consecuencia, los costos también deben repartirse entre los diferentes niveles jerárquicos de acuerdo a sus respectivos beneficios. Izac (1994) recopila los datos aportados por otros autores indicando, por ejemplo, que en EE.UU. los costes para los granjeros derivados de adoptar medidas antierosivas (pérdidas de producción, gasto adicional en fertilizantes, etc.) supusieron a mediados de la década de los ochenta 500 millones $ anuales, mientras que a la sociedad en su conjunto le supuso 5 billones $. Datos similares han sido ofrecidos por diferentes autores para Canadá y Australia, existiendo evidencias en la misma dirección para los países en vías de desarrollo (IZAC, 1994). Así pues poco más se puede decir sobre los beneficios marginales de unos y otros. No debe extrañar por tanto que la sociedad perciba como insuficientes los esfuerzos de los agricultores. Obviamente se constata de nuevo como los intereses son divergentes.

¿Qué pueden hacer entonces los campesinos de los países pobres con economía de subsistencia? Las buenas intenciones de los ciudadanos sensibilizados de los países desarrollados se ven frustradas por la creciente racanería de sus gobiernos, como se demuestra por el paulatino descenso del ya escaso porcentaje del PIB destinado a ayudas para el desarrollo. Si por el contrario los países pobres adoptan una protección de sus recursos agrícolas imponiendo tasas a la importación quizás incurrieran en un grave delito que «atente» contra la economía global, a pesar de que el dinero se invirtiera en promover la producción agroforestal de frutos (BARBIER, 1990). En cualquier caso macroeconómicamente estas medidas también pueden tener consecuencias perniciosas si no han sido bien planificadas (BARBIER, 1990). Izac (1994) considera que para los países pobres, una alternativa más viable sería el apoyo gubernamental al uso y disfrute mancomunado de la tierra, en base al cooperativismo. Probablemente sea verdad, pero en determinados países los campesinos son reacios a este tipo de usos colectivos.

Por todo ello la sociedad debe apoyar la adopción de medidas tendentes a la sustentabilidad de los recursos agropecuarios, en base a tomar medidas reguladoras (perceptivas), tasas (por mala gestión), subsidios o incentivos a la producción de las agriculturas sustentables en su sentido más amplio. Obviamente las medidas coercitivas no son de rigor en una economía de subsistencia. Los incentivos y subsidios son mejores alternativas. Sin embargo monitorizar el seguimiento del cumplimiento de las medidas para las que fueron incentivados no es tarea fácil. Por ejemplo en España, la política de la PAC así lo ha demostrado. Con frecuencia se escucha que: «*los campesinos ya no cultivan productos agrarios sino subvenciones*».

Para terminar queda por explicar cuáles son las prioridades en materia de investigación con vistas a ampliar (territorialmente) y mejorar (técnicamente) las prácticas dirigidas a alcanzar una agricultura sustentable. En primer lugar, los suelos son el recurso natural peor conocido de los ecosistemas terrestres. Las Ciencias del Suelo se han desarrollado al amparo de una agricultura desarrollista que primaba la producción a expensas del ambiente (IBÁÑEZ y col., 2000, 2002). No debe por tanto extrañar que la comunidad científica no pueda responder con rapidez a las demandas actuales que la sociedad requiere para conseguir una agricultura sustentable. De aquí deriva la profusión de vocablos de moda (*función, calidad, salud,* etc.) y sus correspondientes for-

malismos matemáticos (irresolubles) que no aportan nada nuevo, ni a la ciencia ni a la sociedad. Este hecho también se hace notar en el desarrollo de programas de monitorización de la calidad del suelo, que siguen buscando un conjunto mínimo de indicadores que tan solo afectan a los centímetros superficiales del suelo, soslayando gran parte de su complejidad dinámica y estructural. Obviamente estos programas, que actualmente en la EU están en vías de desarrollo, se encuentran destinados al fracaso antes de iniciarse. Se trata además de un grave dispendio económico.

En consecuencia se requiere un gran esfuerzo económico para incentivar la investigación básica, que permita avanzar en el conocimiento de la estructura, dinámica y evolución de los suelos, así como también sus aplicaciones para transferir esos conocimientos con vistas a mejorar y poder cuantificar la repercusión de las diferentes prácticas de manejo sobre el equilibrio ecológico de los suelos, incluyendo su biodiversidad. Estas investigaciones deben abordarse por ambientes o regiones agroecológicas, por cuanto no existen recetas universales. Debe tenerse en cuenta que la edafología, al menos en los países desarrollados, sufre una grave crisis y descrédito desde la década de los setenta, con la consiguiente pérdida de masa crítica, envejecimiento de las plantillas, cierre o privatización de centros de investigación, etc. (IBÁÑEZ y col., 1997a,b, 2000 y 2002).

Con vistas a preservar la biodiversidad de los suelos (patrimonio biológico), la diversidad de edafotaxa (patrimonio geológico) y una colección «in situ» de suelos o (paisajes de suelos) de referencia que sean útiles para investigar la estructura ecológica de los sistemas edáficos, bajo los ambientes más representativos posibles, es prioritario el diseño de una red transnacional de reservas naturales (ecosistemas inalterados) y seminaturales (agriculturas tradicionales que hayan mostrado ser sustentables). Debe tenerse en cuenta también que para progresar en materia de sustentabilidad agraria, al menos en lo concerniente a los suelos, debe disponerse de una serie de enclaves (reservas) de referencia que permitan comparar los resultados obtenidos en las investigaciones sobre suelos y sustentabilidad, con los obtenidos en condiciones naturales. Este procedimiento sería extremadamente útil para los programas nacionales e internacionales de monitorización de suelos.

Cualquier enfoque de investigación en materia de sustentabilidad debe contar con el auxilio de economistas que valoren la viabilidad económica de las prácticas de uso a ensayar. Del mismo modo son necesarios antropólogos culturales y sociólogos que analicen la receptividad o rechazo de ciertas iniciativas en diversos entornos socioculturales. Dentro de este enfoque denominado por algunos «holístico» la consideración de la jerarquía: local, comarcal, regional, nacional, transnacional o global es irremplazable.

Las investigaciones encaminadas a desarrollar las valoraciones económicas costo/beneficio, directas y marginales de las distintas prácticas sustentables de usos del suelo (economía de los recursos naturales) deberán continuar abordándose, por cuanto los instrumentos desarrollados hasta la fecha son totalmente insuficientes, con vistas a incluir estos valores en la contabilidad nacional de los recursos monetarios. Adicionalmente, el centrarse exclusivamente en un enfoque económico-monetario de los sistemas agrarios puede atesorar tantos beneficios como riesgos que son difíciles de vislumbrar.

La sustentabilidad de los usos del suelo, así como de otros recursos naturales, a escala planetaria no podrá realizarse si los ciudadanos no se encuentran plenamente sensibilizados de los costes y beneficios que presentan, con independencia de que estos sean tangibles o intangibles, directos o indirectos. Una intensa campaña de sensibilización resulta imprescindible. En consecuencia se necesitan también inversiones en sistemas de transferencia y divulgación de los re-

sultados obtenidos por las investigaciones científico-técnicas que se desarrollen. La imagen que los políticos ofrecen de su preocupación por el medio ambiente global, no se ve respaldada por sus actuaciones. Mientras los desequilibrios económicos norte-sur sigan acentuándose la situación tenderá a empeorar. La moda medioambiental es la imagen afable de un sistema económico que, por su ferocidad darwiniana, es todo menos sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

ARNOLD, R.W. (1988). Soil survey: An example of applied research. *Soil Survey Horizons* 29, 102-106.

BARBIER, E.B. (1990). Tha farm-level economics of soil conservation: the uplands of Java. *Land Economics*, 66, 199-211.

BLUM, W.E.H.; AGUILAR SANTELISES, A. (1994). A concept of sustainability and resilience based on soil functions: the role of the ISSS in promoting sustainable land use. In: D. J. Greenland, I. Szabolcs (Eds.), *Soil Resilence and Sustainable Land Use*. CAB Int., Bristol, UK, 521-534.

DORAN J.W.; PARKIN, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. In: J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek, B.A. Steward (Eds), *Defining Soil Quality for a Substainable Environment*. SSSA Sp. Publ. Nº 35, 3-21.

DORAN, J.W.; SAFLEY, M. (1997). Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In: C.E. Pankhurst, B.M., Doube, V.V.S.R. Gupta. (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*, CAB Int. Wallingford, 1-28.

DORAN J.W.; JONES, A.J. (Eds.) (1996). *Methods for Assessing Soil Quality*. SSSA Sp. Publ. Nº 49, 409 pp.

DUMANSKY, J. (1993). Strategies and opportunities for soil survey information and research. *ITC Journal*, 1993-1, 36-41.

ELLIOT, E.T. (1997). Rationale for developing bioindicators of soil health. In: C.E. Pankhurst, B.M., Doube, V.V.S.R. Gupta. (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*, CAB Int. Wallingford, 49-78.

ESWARAN, H. (1994). Soil resilience and sustainable management in the context of AGENDA 21. In: D. J. Greenland, I. Szabolcs (Eds) *Soil Resilence and Sustainable Land Use*. CAB Int., Bristol, UK, 21-32.

GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; IBÁÑEZ, J.J. (2002). Soil quality and soil health. A critical review. current trend in soil biology and enzimology. *Proceedings of the International Workshop on Soil Enzimology*. Alcalá de Henares 24th-25th May. IMIA-CSIC. Ibáñez J.J., J. Boixadera, E. Barahona. 1995a. Análisis de la variabilidad espacial y temporal de los suelos: Procedimientos y paradojas. In: J.J. Ibáñez, C. Machado. (Eds.), *Análisis de la Variabilidad Espacio-Temporal y Procesos Caóticos en Ciencias Medioambientales*, Geoforma-CSIC, Logroño, 189-211. Ibañez J.J., S. de Alba, F.F. Bermúdez, A. García Álvarez. 1995b. Pedodiversity: concepts and tools. *Catena* 24, 215-232. Ibáñez J.J., S. de Alba, J. Boixadera. 1995c. The pedodiversity concept and its measurement: application to soil information systems. In: D. King, R.J.A. Jones, A.J. Thomasson (Eds.) *European Land Information Systems for Agro-Environmental Monitoring*. EU-JRC., Luxembourg, 181-195. Ibáñez J.J., S. de Alba, A. García Álvarez. 1995d. Aportaciones del caos a las ciencias de la tierra (estructura, evolución y dinámica del modelado terrestre. In: J.J. Ibáñez, C. Machado (Eds), *Análisis de la Variabilidad Espacio-Temporal y Procesos Caóticos en Ciencias Medioambientales*, Geoforma-CSIC, Logroño, 43-80. Ibáñez J.J., S. de Alba, A. Lobo, V. Zucarello. 1998. Pedodiversity and global soil patterns at coarser scales (with Discussion). *Geoderma* 83, 171-214. Ibáñez J.J., A. García Álvarez. 1991. Suelos y cambio global. Un enfoque histórico-termodinámico. *Rev. Écol. Biol. Sol.* 28, 349-375 (since 1992 retitled *European Journal of Soil Biology*). Ibáñez J.J., A. García Álvarez, S. De Alba. 2000. Una disciplina en crisis: bases para un cambio de paradigma en edafología (el suelo, su clasificación e inventario). *XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. ASCS, Mar del Plata, 11-14 de abril de 2000 (Texto 137 pp en CD ROM). Ibáñez J.J., J.L. González Rebollar, A. García Álvarez, A. Saldaña. 1997a. Los goecosistemas mditerráneos en el epacio y el tempo. In: J.J. Ibáñez, B. Valero, C. Machado (Eds.), *La Evolución del Paisaje Mediterráneo en el Espacio y el Tiempo. Implicaciones en la desertificación. Geoforma*, Logroño, 27-130. Ibáñez J.J., R. Jiménez, A. García Álvarez. 1990. Soil landscapes and drainage basins in mediterranean mountain areas. *Catena* 17, 573-583. Ibáñez J.J., R. Jiménez, A. García Álvarez. 1991. Sistemología y termodinámica en edafogénesis. II. Suelos, estructuras disipativas y teoría de catástrofes. *Rev. Écol. Biol. Sol.* 28, 237-254 (since 1992 retitled *European Journal of Soil Biology*). Ibáñez J.J., I. Méndez, Mª J. Martín Sempere, I. Plaza, J. Rey. 1997b. La edafología en el CSIC: evolución o involución. *Productividad y política científica en los antiguos centros relacionados con la edafología y agrobiología durante el período 1980-1995*. 50 Aniversario de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo, 1947-1997, 24-26 de septiembre, 1997. 25-66. Ibáñez J.J., L. Recatalá, F.J. Caniego. 2002. Why the results of biodiversity and pedodiversity analysis are very similar?: some

examples. *Pedofract 2002: International Workshop on Fractal Mathematics Describing Soil and Heterogeneous Systems*. Barco de Ávila (Spain) June 28- July 1, 2002.

IBÁÑEZ, J.J.; ZINCK, A.J.; JIMÉNEZ-BALLESTA, R. (1993). Soil Survey: old and new challenges. *ITC Journal* 1993-1, 7-13.

IZAC, A.M.N. (1994). Ecological-economic assessment of soil management practices for sustainable land use in tropical countries. In: D. J. Greenland, I. Szabolcs (Eds) *Soil Resilence and Sustainable Land Use.* CAB Int., Bristol, UK, 77-96.

KUHN, T.S. (1970). *La Estructura de las Revoluciones Científicas.* Fondo de Cultura Económica, Madrid, 320 pp.

LAL, R. (1994). Sustainable land use system and soil resilience. In: D. J. Greenland. I. Szabolcs (Eds.), *Soil Resilence and Sustainable Land Use*. CAB Int., Bristol, UK, 41-68.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. (1994). The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek, B.A. Steward (Eds.), *Defining Soil Quality for a Substainable Environment*. SSSA Sp. Publ. Nº 35, 37-51.

MARGALEF, R. (1993). *Teoría de los Sistemas Ecológicos*. Univ. Barcelona, 290 pp.

MONASTERSKY, R. (1994). Earthmovers. Humans take their place alongside wind, water and ice. *Science News* 146, 412-433.

PANKHURST, C.E. (1994). Biological Indicators of Soil Health and Sustainable Productivity. In: D. J. Greenland, I. Szabolcs (Eds) *Soil Resilence and Sustainable Land Use*. CAB Int., Bristol, UK, 331-351.

PATON, T.R.; HUMPHERYS, G.S.; MITCHELL, P.B. (1995). *Soils, a New Global View.* UCL Press, London, 213 pp.

PHILLIPS, J.D. (1996). Deterministic complexity, explanations and predictability in geomorphic systems. In: B.L. Rhoads, C.E. Thorn (Eds.), *The Scientific Nature of Geomorphology*, Willey, NY, 315-336.

PHILLIPS, J.D. (1999). *Earth Surface Systems.* Blackwell, Oxford, 180 pp.

RAPPORT, D.J.; MCCULLUM, J.; MILLER, M.H. (1997). Soil health: Its relationship to ecosystem health. In: C.E. Pankhurst, B.M., Doube, V.V.S.R. Gupta. (Eds.), *Biological Indicators of Soil Health*, CAB Int. Wallingford, 29-47.

RICHTER, D.D.; MARKEWITTZ, D. (1995). How deep is soil. *BioScience* 45, 600-608.

SÁNCHEZ, P. A. (1994). Tropical soil fertility reserach: towards the second paradigm. *Transactions 15th World Congress of Soil Science*, Vol. 1, Acapulco, México, ISSS, 65-88.

SIMONSON, R.W. (1985). Soil classification in the past: roots and philosophies. *ISRIC Annual Report* 1984, 6-18.

SOJKA, R.E.; UPCHURCH, D.R. (1999). Reservations regarding the soil quality concept. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63, 1.039-1.054.

TARGULIAN, V.O.; ARNOLD, R.W.; SOLOMON, A.M.; SZABOLCS, I. (1990a). Introduction. In: R.W. Arnold, I. Szabolcs, V.O. Targulian (Eds.). *Global Soil Change.* IIASA, Laxenburg, Austria, 15-20.

TARGULIAN, V.O.; ARNOLD, R.W.; ROZANOV, B.G. (1990b). Pedosphere. In: R.W. Arnold, I. Szabolcs, V.O. Targulian (Eds.), *Global Soil Change*. IIASA, Laxenburg, Austria, 21-29.

WASHINGTON, H.G. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. *Water Res.* 18, 653-694 [Review].

YAALON, D.H. (1996). Soil Science in transition: Soil awareness and soil care reserach strategies. *Soil Sci*. 161, 3-7.

ZINCK, J.A. (1990). *Soil Survey. Epistemology of a Vital Discipline.* ITC, Enschede, The Netherlands, 40 pp.

La agricultura ecológica como sumidero de CO_2. Sus efectos sobre el cambio climático

Mª José Sanz[1]

[1] Fundación CEAM, Parque Tecnológico, c/ Charles Darwin 14, 46980 Paterna (Valencia)

RESUMEN

La estabilización de las emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero en el año 2000 a los niveles de 1990 es el objetivo que el Convenio Marco sobre el Cambio Climático pretende alcanzar. Para ello se han creado una serie de instrumentos, unos de los más importantes es «el Protocolo de Kyoto». Dentro del Protocolo uno de los puntos más controvertidos son los artículos 3.3 y 3.4, 6 y 12 (y 3.7), donde se contempla la posibilidad de utilizar los bosques como sumideros de carbono (C). Esto es, paliar parte de sus emisiones de CO_2 capturando éste mediante ciertas actividades agrícolas y forestales, lo que puede implicar para algunos países incluso la necesidad de no reducir sus emisiones dependiendo de cómo se contabilice esta captación (sumidero). El secuestro de CO_2 por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de carbono. A escala mundial, la biosfera terrestre se considera que fija cerca de 2 Gt año^{-1}. En el caso de la agricultura y las actividades ganaderas (éstas se refieren al ganado no estabulado, es decir, el manejo de pastos), la contabilización de la captación que se puede emitir como créditos que pueden entrar en el mercado de emisiones para ayudar al país a cumplir sus compromisos de reducción se realizará neto-neto. Esto es, al carbono captado se le deberá descontar el que se hubiera secuestrado en ese territorio con las prácticas usuales antes de 1990 (lo que se conoce como «bussines as usual» antes de 1990). En el caso de la agricultura es el aumento de carbono en el suelo la forma más efectiva de captar carbono de una forma más o menos permanente. Otra de las formas más efectiva es la producción de biofueles que sustituyan el uso de combustibles fósiles.

LA CONVENCIÓN MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KYOTO

La estabilización de las emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero en el año 2000 a los niveles de 1990 es el objetivo que el Convenio Marco sobre el Cambio Climático pretende alcanzar. Para ello se han creado una serie de instrumentos, unos de los más importantes es «el Protocolo de Kyoto». Así, el Protocolo de Kyoto dota de contenido concreto las prescripciones genéricas del Convenio. En virtud del artículo 3.1 del Protocolo, los países desarrollados y los países en proceso de transición a una economía de mercado, esto es, las Partes incluidas en el

anexo I del Convenio, asumen el compromiso de reducir, individual o conjuntamente, durante el quinquenio 2008-12 al menos un 5% de sus emisiones antropógenas de los seis gases considerados de efecto invemadero objeto de control, no todos los países asumen los mismos compromisos (Tabla I). El año de referencia sigue siendo 1990, aunque para los nuevos gases, HFCs, PFCs y SF_6, se permite utilizar alternativamente 1995 como año de referencia. En 2012 los países deberán demostrar los avances obtenidos para alcanzar sus objetivos de reducción. Dentro del Protocolo uno de los puntos más controvertidos son los artículos 3.3 y 3.4, 6 y 12 (y 3.7), donde se contempla la posibilidad de utilizar los bosques como sumideros de carbono (C). Esto es, paliar parte de sus emisiones de CO_2 capturando éste mediante ciertas actividades agrícolas y forestales, lo que puede implicar para algunos países incluso la necesidad de no reducir sus emisiones dependiendo de cómo se contabilice esta captación (sumidero). Esta captura se traducirá en créditos de carbono (toneladas) que se introducirán en el mercado de emisiones y que tendrán un precio, pudiendo ser comprados y vendidos durante los períodos de cumplimiento del Protocolo (períodos de 5 años comenzando en el 2008).

Tabla I. Compromisos de los países del Anexo I en la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero cuando ratifiquen el Protocolo de Kyoto. En el caso de la UE se adjunta la redistribución interna del 8% acordada o burbuja comunitaria

Reducción de emisiones respecto a año base (1990)	***Países***	
-8%	**Unión Europea** (redistribución en virtud del art. 4, burbuja)	
	Alemania	- 21%
	Austria	- 13%
	Bélgica	- 7,5%
	Dinamarca	- 21%
	España	+ 15%
	Finlandia	0%
	Francia	0%
	Grecia	+ 25%
	Países Bajos	- 6%
	Irlanda	+ 13%
	Italia	+ 6,5
	Luxemburgo	- 28%
	Portugal	+ 27%
	Reino Unido	- 12,5%
	Suecia	+ 4%
-8%	**Liechtenstein, Mónaco, República Checa, Rumanía, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Letonia, Lituania**	
-7%	**Estados Unidos**	
-6%	**Japón, Canadá, Hungría, Polonia**	
-5%	**Croacia**	
0%	**Rusia, Ucrania, Nueva Zelanda**	
1%	**Noruega**	
8%	**Australia**	
10%	**Islandia**	

Tabla contenida en el anexo B del Protocolo de Kioto

En conclusión, el acuerdo de Bonn y las decisiones acordadas en Marrakesh han supuesto un avance importante en el proceso de la cooperación internacional para luchar frente al cambio climático. En el año 2001 la comunidad científica, de forma contundente, aportó nuevas evidencias de la magnitud del problema del cambio climático y del origen antropogénico del mismo. De forma aislada, el Protocolo de Kioto no solucionará el problema, sin embargo, la entrada en vigor de este instrumento jurídico junto con el establecimiento de políticas y medidas adecuadas, permitirán sentar las bases para afrontar de forma adecuada el principal reto ambiental de nuestros días.

POTENCIAL DE LA BIOSFERA TERRESTRE EN LA CAPTACIÓN DE CARBONO

El secuestro de CO_2 por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de carbono. A escala mundial, la biosfera terrestre se considera que fija cerca de 2 Gt año^{-1} (Figura 1), este valor es el resultante de la pequeña diferencia entre la absorción fotosintética de CO_2 y las pérdidas por respiración, descomposición de la materia orgánica y perturbaciones de diferente naturaleza (STEFFEN y col., 1998), y se denomina producción neta de la biosfera (PNB). Siendo la cantidad que más a largo plazo queda almacenada como «stock». Mientras que globalmente la fijación de C es del orden de 120 Gt año^{-1}, es lo que se denomina producción primaria bruta (PPB). Además, a lo largo del año se observan en general grandes fluctuaciones en la fijación/emisión del C por parte de los sistemas forestales (y otros ecosistemas) debidas a los cambios en las condiciones ambientales.

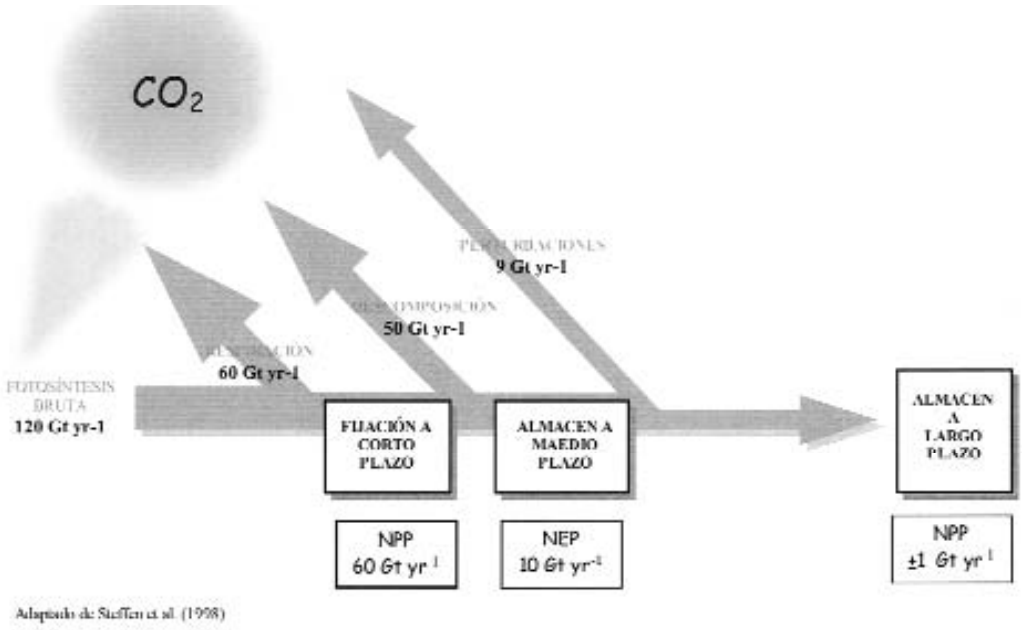


Figura 1. *Fijación de carbono por parte de la Biosfera y sus diferentes componentes*

PUNTOS POR RESOLVER PARA HACER POSIBLE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

Al examinar las cuestiones relativas al uso de la tierra, al cambio de uso de la tierra y todas las cuestiones relacionadas con el manejo y uso de las masas forestales (no sólo las labores de silvicultura), agrosistemas y sistemas de agropastoreo que se mencionan en la traducción del texto del Protocolo, aparecen una serie de puntos científicos y técnicos que deben ser clarificados y/o cuidadosamente definidos, como son: ¿Cuáles son las implicaciones de la utilización de diferentes definiciones de Forestación, Reforestación, Deforestación y bosque? ¿Dichas definiciones deben ser lo suficientemente flexibles para dar cabida a la incorporación de nuevos conocimientos que se adquieran en el futuro sobre la dinámica del carbono? ¿Cómo distinguir entre las actividades directas inducidas por los seres humanos, indirectas inducidas por los seres humanos, los efectos indirectos sobre los ecosistemas del propio cambio climático y la variabilidad natural del medio que afectan a la dinámica del C? ¿Cómo diferenciar entre las actividades directas inducidas por los seres humanos antes y después de 1990? ¿Cómo medir los cambios en los stocks y los flujos de C de una forma transparente y verificable a lo largo de los períodos de cumplimiento de Protocolo? ¿Hasta qué punto se puede sacrificar la exactitud en el cómputo de los stocks y los flujos en aras de la simplicidad y un costo razonablemente abordable? ¿Hasta qué punto son permanentes los stocks de C? ¿Qué actividades de manejo en los agrosistemas y sistemas pastorales pueden considerarse como adicionales, y cómo separar la proyección de aquellas actividades que ya se realizaban antes de 1990? Éstas y otras muchas cuestiones surgen cuando se lee detenidamente el texto del Protocolo de Kyoto. Algunos de los artículos del Protocolo se prestan a múltiples interpretaciones, ésta es la razón por la que las negociaciones que están llevando a su ratificación (la UE y sus Estados Miembros ratificó en junio de 2002), véase las negociaciones de La Haya (Conferencia de las Partes 6, COP6), Bonn (COP6bis) y Marrakesh (COP7) a lo largo del 2000 y 2001.

Aunque desde un principio han sido los bosques los protagonistas de la polémica (SHULZE y col., 2002), especialmente en lo que se refiere a las posibles implicaciones del artículo 3.3. del Protocolo, el uso de la silvicultura (art. 3.4.) y la potencialidad de realizar proyectos en países no pertenecientes al anexo I por parte de países del anexo I, y que tienen por ello un tratamiento especial en los Acuerdos del Marrakesh (UNFCCC/CP/2001/13/add.1). Cambios en el manejo de los agrosistemas y sistemas de pastoreo que lleven a una mayor captación de CO_2 también pueden ser utilizadas dentro del art. 3.4. del Protocolo y son menos polémicas.

LA AGRICULTURA Y EL PROTOCOLO

En el caso de la agricultura y las actividades ganaderas (éstas se refieren al ganado no estabulado, es decir, el manejo de pastos), la contabilización de la captación que se puede emitir como créditos que pueden entrar en el mercado de emisiones para ayudar al país a cumplir sus compromisos de reducción se realizará neto-neto. Esto es, al carbono captado se le deberá descontar el que se hubiera secuestrado en ese territorio con las prácticas usuales antes de 1990 (lo que se conoce como «bussines as usual» antes de 1990). Esto conlleva ciertos problemas, debemos conocer el carbono que se fijaba en 1990 para poder realizar la sustracción para cada una

de las unidades de área que queremos incluir en cada Período de Cumplimiento, además una vez una unidad de área ha entrado en la contabilización no se puede sacar, se debe seguir reportando sobre la captación neta de carbono indefinidamente (período de cumplimiento tras período de cumplimiento).

QUÉ ACTIVIDADES SE CONTEMPLAN

En el caso de la agricultura es el aumento de carbono en el suelo la forma más efectiva de captar carbono de una forma más o menos permanente. Otra de las formas más efectiva es la producción de biofueles que sustituyan el uso de combustibles fósiles.

Las *actividades agrícolas* que se contemplan a nivel general como responsables de un aumento de C en el suelo («Materia Orgánica») pertenecen a tres grupos:

1. Intensificación de las prácticas agrícolas (mayor eficiencia):

   – Enmiendas con materia órganica, biosolidos, paja, estiércol.
   – Eliminación de los barbechos con suelo desnudo.
   – Rotaciones de cultivos (p.e. intercalando leguminosas o especies de elevada productividad de biomasa aérea).
   – Mejor manejo de los riegos.
   – Mantenimiento de setos verdes.
   – Abono en verde (roturación de los residuos en campo después del cultivo).
   – Aumento de la producción por unidad de superficie (nuevos cultivos o técnicas culturales).

2. Disminución de la intensidad del laboreo mecánico y levantamiento del suelo («Conservation tillage»).

3. Reducción de la erosión:

   – Restauración de taludes o recuperación de terrazas, setos verdes para separar propiedades.
   – Recuperación de tierras agrícolas abandonadas con la introducción de nuevos cultivos, forrajes, etc.
   – Barreas de viento para evitar la erosión.

En el terreno de la *ganadería y el pastoreo*:

– Reducción del número de cabezas por unidad de superficie.
– Cambios en la dieta animal (pastos) que reduzcan las emisiones de metano y mejoren la productividad (especialmente subterránea de los pastos). Por ejemplo introducción de leguminosas.
– Incremento de la biodiversidad en los pastizales.
– Riego y fertilización de pastizales.

ALGUNOS NÚMEROS SOBRE LA POTENCIALIDAD DE SECUESTRO DE ALGUNAS ACTIVIDADES

En las tablas II y III se exponen algunas estimaciones del potencial de secuestro de las áreas agrícolas de la Europa de los 15, comparándolo con el total de emisiones procedentes del consumo de combustibles fósiles. Así como lo que representa frente a otros tipos de uso de la tierra. El valor que se estima para las tierras cultivadas es del 6-8% del consumo de combustibles fósiles en el año 1990, frente a un 10% de los bosques.

Tabla II. Potencialidad de captación de las actividades agrícolas en la Europa de los 15, y porcentaje que representa de las emisiones debidas al consumo de combustibles fósiles en la misma

	Pg Cequivalente/ año	% de las emisiones por el uso de combustibles fósiles que representa
Emisiones en la UE-15		
Total de actividades agrícolas	0,11	11%
Procedentes de los suelos agrícolas	0,055	5.5 %
Potencial de captación en la UE-15		
Reducción potencial neta	0,014	
Captación potencial	0,027	
Bioenergía (cultivos)	0,027-0,04	
Bioenergía (total)	0,05-0,22	
Total	0,06-0,08	6-8%

Fuente: http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm

Tabla III. Stocks actuales y potencial de captación relativa de carbono en los diferentes tipos de ecosistemas en la Unión Europea

	Bosques	Pastos	Tierras de cultivo	Humedales
Estado presente				
Área (millones de Ha)	130	76	73	19
Stoks de C (Pg)	6,8	(¿)	3,86	13,1
Captación de C (Pg/año)	0,1-0,7	(¿)	0	0,004-0,01
Otros gases (GHG)	¿Fuente?	fuente	fuente	fuente
Potencial de aumento de la captación				
Incremento (Pg/año)	0,2-0,5	(¿)	0,06-0,1	0,005-0,008
% de las emisiones por el uso de combustibles fósiles que representa	10%	(¿)	6-8%	<1%

Fuente: http://europa.eu.int/comm/environment/climat/eccp.htm

AGRADECIMIENTOS

El trabajo del autor ha contado con el apoyo institucional de la Generalitat Valenciana, BANCAIXA y de la DG XII de la Unión Europea. Así como de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza y la Oficina Española del Cambio Climático.

BIBLIOGRAFÍA

SHULZE E.D.; VALENTINI, R.; SANZ M.J. (2002). The long way from Kyoto to Marrakesh: Implications of the Kyoto protocol negociations for global ecology. *Global Change Biology* 8: 505-518.

STEFFEN, W.; NOBLE, I.; CANADELL, J.; APPS, M.; SCHULZE, E.D.; JARVIS, P.G.; BALDOCCHI, D.; CIAIS, P.; CRAMER, W.; EHLERINGER, J.; FARQUHAR, G.; FKIELD, C.B.; GHAZI, A.; GIFFORD, R.; HEIMANN, M.; HOUGHTON, R.; KABAT, P.; KÖRNER, C.; LAMBIN, E.; LINDER, S.; MOONEY, H.A.; MURDIYARSO, D.; POST, W.M.; PRENTICE, C.; RAUPACH, M.R.; SCHIMEL, D.S.; SHVIDENCKO, A.; VALENTINI, R. (1998). The terrestrial carbon cycle: Implications for the Kyoto protocol. *Science* 280; 1.393-1.394.

UNFCCC (2001). Accuerdos de Marrakesh. UNFCCC/CP/2001/13/add.1.

Comercialización de productos biológicos. Iniciativas sobre una normativa del Sur para un consumo local y regional

JOAN PICAZOS[1]

[1] BIOCOP.

AGRICULTURA BIOLÓGICA: ¿AL SERVICIO DE QUIÉN?

Como dijo Suzanne Vaupel en su despedida como vicepresidente de IFOAM (la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica): «…en la nueva atmósfera de tremendo crecimiento y aceptación creciente de la agricultura biológica… Es de crucial importancia la cuestión del tamaño, encontrar modos de que los pequeños agricultores puedan mantener su lugar en el mercado mientras productores mayores e incluso grandes empresas agrarias se incorporan a la producción biológica.»

En países como el nuestro, en los mercados próximos a los productores no se ha despertado aún suficiente interés o difundido suficiente conocimiento del producto. ¿La dificultad es el aspecto, la continuidad, el surtido, el precio…? ¿o simplemente no hay lugares de venta preparados para promoverlo?

El agricultor que produce para mercados distantes se ve sometido sobre todo a competencia económica, lo que lleva tener que intensificar al máximo su producción, en detrimento a veces de los criterios ecológicos que deberían imperar.

El derecho fundamental del consumidor no es a «disponer de alimentos cada vez más baratos», sino «alimentos cada vez más sanos y respetuosos, a un precio justo». Los consumidores, los ciudadanos, hemos de ejercitar nuestro poder, incorporando al acto de compra otros valores más allá de los económicos inmediatos.

¿Puede el conjunto de pequeños productores llegar a ser capaz de suministrar productos en una proporción significativa del mercado? ¿Surgirán nuevas estructuras que lo hagan posible? ¿O podrá su labor, con el apoyo o el liderazgo de los consumidores conscientes, llegar a influir en el comportamiento en lo económico y en lo social de las grandes corporaciones?

En todo caso, es claro que la producción biológica local requiere asistencia técnica, e investigación, específicas. Y agrupación de iniciativas para lograr una oferta suficiente.

La producción biológica, y el consumo local, propician la diversidad. ¿Por qué hemos de conocer sólo tres clases de manzanas o de peras?

PRODUCIENDO EN UN MUNDO «GLOBALIZADO»

Los esquemas convencionales se reproducen también en nuestro sector: materias primas en el sur, transformados en el norte. No podemos aceptar la globalización de la producción agroalimentaria al margen del control por parte de quienes deben ser sus beneficiarios. Como señalaba recientemente Thomas Cierpka, uno de los directores de IFOAM, «La agricultura biológica puede verse como una forma positiva de globalización, armonizada por la idea de servir a las personas y al medioambiente, ahora y para las generaciones futuras.»

La producción para la exportación provoca una especialización y estandarización que va en contra de la diversidad genética. En Filipinas, de los miles de variedades de arroz que existían tradicionalmente, hoy dos variedades representan más del 98% de la producción.

Según un reciente estudio de la ONU, el nivel de pobreza ha aumentado en las 48 naciones más pobres del mundo, después de que sus economías quedasen totalmente abiertas a la importación y exportación. La competencia entre países pobres para producir productos alimentarios para el Primer Mundo los pone en una situación frágil e incierta, como lo muestra la situación de las grandes producciones internacionales (café, cacao…).

Como es sabido, nos encontramos en un contexto mundial de precios impuestos por las multinacionales, donde no se contabilizan los perjuicios causados al llamado Tercer Mundo. Para defender su subsistencia a corto plazo, los países pobres piden calendarios para la eliminación de los subsidios a las exportaciones y la derogación de los aranceles a las importaciones. Las subvenciones a los productores del Primer Mundo alcanzaron los 317.000 millones de € en 2001.

El movimiento de agricultura biológica ha de ser capaz de proponer alternativas que conjuguen los intereses de los pequeños productores en todo el mundo, a pesar de que a veces parezcan integrados en sus respectivos bloques.

FOMENTO DEL CONSUMO LOCAL

Niveles culturales mayores posibilitan «en el Norte» la recuperación de sistemas de venta –de consumo– ecológicamente más razonables, como la venta por cajas («box schemes»). Los países ricos están –estamos– en condiciones de promover sistemas de venta basados en la proximidad. P. ej. en EE.UU. 19.000 agricultores venden sus producciones exclusivamente en mercados directos.

Y hay cada vez más consumidores dispuestos a salirse, aunque sea un poco, de los carriles marcados. Una encuesta de AECOC (la asociación que agrupa a la práctica totalidad de la industria y la distribución en España) señalaba en el mes de febrero estos datos, reveladores de tendencias en algunos casos contradictorias: el 40% de los consumidores españoles quiere que un alimento nuevo sea sano; pero el 39% quiere sobre todo que no se estropee; y el 37% quiere que sea fácil de usar. Y, a tener muy en cuenta, el 48% de las decisiones de compra de productos nuevos se basan en la publicidad.

La práctica de la agricultura biológica debe propiciar el comercio local, poniendo en contacto a personas con intereses comunes, que pueden establecer relaciones a largo plazo, sostenibles y beneficiosas para todos.

El consumo de producciones próximas puede darse por vía directa del agricultor o ganadero (en la finca, en mercados, o por sistemas de reparto), suministrando tiendas locales especializa-

das en productos biológicos o a través de acuerdos con canales de distribución masivos (cadenas de supermercados e hipermercados).

La restauración colectiva y pública tiene un gran potencial para la agricultura biológica, como lo está demostrando el caso de Italia, donde el avance de los ingredientes biológicos en los comedores públicos es visible mes a mes, desde que se promulgó la legislación que lo favorecía.

Lo local ha de ir unido a la estacionalidad. Se ha creado una situación en que el consumidor espera tener a su disposición toda clase de productos, incluso frescos, a lo largo de todo el año, y con apariencia similar. Lo que implica un sistema de producción que considera que los insumos, como energía o materias primas son infinitos y que el medioambiente tiene una capacidad infinita para asimilar residuos.

Para empezar a recuperar el sentido común en lo referido a los alimentos es necesario fomentar el consumo de productos de la agricultura biológica local, a través del establecimiento de objetivos de producción, planes gubernamentales de acción, diversificación de la producción y apoyo a las opciones que minimicen el «kilometraje» y aproximen la producción a la comunidad a la que sirve, por ejemplo con políticas fiscales de apoyo (al productor y al comprador) de producciones sostenibles y que graven el consumo de combustible.

¿Está justificado el transporte de alimentos biológicos a grandes distancias? Consumir productos biológicos significa hacer un esfuerzo personal fuera de la corriente que imponen los medios masivos. Implica recuperar el criterio propio, no apoyarse en las marcas que son hoy instituciones poderosas, cambiar algunos hábitos, comprar productos un poco diferentes. Un elemento que ayuda a suavizar las diferencias es la globalización del suministro, porque incrementa la variedad y la continuidad. Puede verse como un mal menor, transitorio. Pero sería muy negativo que la situación no evolucionase. Según Sustain, un grupo de trabajo de más de cien organizaciones medioambientalistas británicas, los perjuicios (debidos al consumo de recursos no renovables y a la contribución al calentamiento global que aporta el combustible utilizado) que causa el transporte a largas distancias de los alimentos supera con creces los beneficios que se derivan de su procedencia de la agricultura biológica. Esto llegaría a un extremo en el caso del transporte aéreo.

PAPEL DE LA NORMATIVA

Las normas de ámbito general, como las de la UE, han sido determinantes para propiciar la reconversión de muchos agricultores, más allá de los ideológicamente convencidos de los primeros tiempos. Y han facilitado la confianza de los consumidores que no tienen conocimiento directo de la producción.

Sin embargo, su desarrollo futuro será favorable al interés común sólo si en él incide de manera decisiva el propio sector y más ampliamente, si el punto de vista de los consumidores prevalece sobre el de las grandes corporaciones.

Criterios más estrictos en la normativa (p. ej. respecto a la diversidad de cultivos, a la vegetación de los márgenes o a los materiales de reproducción) son un modo de alentar las producciones a menor escala, que tienen su salida natural en los mercados locales.

En lo que se refiere a productos elaborados se echa en falta, particularmente en el Reglamento europeo 2092, medidas encaminadas a mejorar la calidad real de los productos. La tendencia más bien es a facilitar procesos de fabricación que a veces toman como referencia la moderna industria alimentaria, desnaturalizadora y tendente a la concentración y a la estandarización.

Hay que tener presente también que el coste (económico y burocrático) de la certificación puede ser una traba para el pequeño productor. ¿Dónde está el límite? ¿Cuál es la mínima producción económicamente viable?

COMERCIO JUSTO

IFOAM declara en el preámbulo de sus normas básicas que «La agricultura biológica… (produce) un ecosistema sostenible, alimentos seguros, nutrición correcta, bienestar animal y justicia social.» Y establece entre los principios generales de la producción y elaboración biológicas: promover la producción y distribución locales. Proveer a todos los que intervienen en ella una calidad de vida que satisfaga sus necesidades básicas, en un entorno de trabajo seguro y saludable. Apoyar el establecimiento de una cadena de producción, procesado y distribución que sea a la vez socialmente justa y ecológicamente responsable.

SASA (Responsabilidad Social en Agricultura Sostenible) es un proyecto de colaboración entre IFOAM y diversos movimientos de comercio justo y responsabilidad social que ha creado la norma SA8000 y la Red de Agricultura Sostenible (SAN). Sus objetivos son el desarrollo de directrices y herramientas para la implementación de auditorías sociales en la cadena alimentaria y estrechar la cooperación entre las diferentes iniciativas, compartiendo las enseñanzas de los proyectos piloto desarrollados.

Durante el Congreso Mundial de IFOAM de agosto en Canadá estaban previstas diversas iniciativas de discusión sobre actuación social. Se trata de promover equidad económica para el agricultor, condiciones justas para el trabajador y un trato justo para el comprador.

En el seno de IFOAM se viene trabajando en la definición de una guía básica de actuación para el comercio de productos biológicos que, aunque inspirada inicialmente en el comercio justo entre productores pobres y compradores ricos, puede aplicarse en gran medida al comercio en general. Estos son los principios en discusión: Transparencia y responsabilidad en el establecimiento de contratos. Mecanismos de co-participación en los riesgos. Mecanismos de reparto de los beneficios. Relaciones a largo plazo. Asegurar el flujo de información y la formación para todos los actores. Relaciones directas productor - comprador o transparencia de costos para los intermediarios.

LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y LOS PRECIOS

Se habla siempre del umbral del 25% de diferencia de precio aceptada por la mayoría de la población, cuando existe suficiente información sobre las características de las producciones agrarias ecológicas y las ventajas que reportan. Pero en volúmenes de consumo inferiores al 1% a escala nacional esto no es aún relevante.

Por otra parte, el dato no es fácil de medir. En producto fresco, hay gran disparidad de calidades dentro de lo convencional, con precios muy distintos. El problema más bien es asegurar una calidad aparente suficiente para poder ser comparados con la gama alta convencional. Y, en general, dejando aparte productos muy simples y básicos (pasta, arroz…) la naturaleza del propio producto es a veces tan diferente que hace problemática la comparación. P. ej. ¿qué tiene que ver un auténtico pan hecho únicamente con trigo respecto al producto que hoy venden las panaderías, con ingredientes totalmente desnaturalizados y decenas de aditivos?

Además, no podemos olvidar que el precio de los alimentos no refleja hoy su coste real. Hay más posibilidades de explicar y recordar esta disparidad al comprador si el canal es más directo. En el otro extremo está la venta para exportación, tan generalizada hoy en nuestro sector. Ahí lo que predomina es la presión del intermediario, que simplemente busca el menor precio y la máxima disponibilidad y facilidad de manejo.

INTERVENCIÓN PÚBLICA

Por poner un ejemplo de un país no precisamente intervencionista, cabe citar que en el Reino Unido el Ministerio de Medioambiente, Alimentación y Asuntos Rurales ha puesto en marcha un plan nacional con el objetivo de pasar del 30% actual de suministro de productos agrarios biológicos de procedencia nacional al 70%, como en el sector convencional. Prevé para ello, entre otras medidas, incentivos económicos a la reconversión total de las fincas, inversiones en investigación, campañas de promoción del consumo de productos biológicos en todos los establecimientos públicos de restauración colectiva e intervenir para facilitar la relación entre proveedores y vendedores.

Algunas medidas, se hacen hoy ya totalmente imprescindibles. Por ejemplo, la asistencia técnica al productor biológico debería estar garantizada, de forma gratuita, en todas las CCAA.

Pero no podemos olvidar que la (in)formación es el primer requisito para el crecimiento sano del sector. Tan importante es invertir en investigación en agricultura biológica como en información al consumidor para que la valoración actual de la comida, como base de la salud, sea cada vez más acorde a la realidad que un alimento representa. Nunca conseguiremos acercar la realidad del campo a la mesa si los productos biológicos llegan a percibirse como una categoría más dentro de un comercio frenético.

El comercio actual, cada vez más monopolizado, lleva al consumidor a estructuras que pretenden que compra y diversión sean una sola cosa. En estos ambientes condicionados por sabores, colores y olores sintéticos nunca podrá la agricultura biológica alcanzar cotas significativas. Será un producto más, regido por criterios antinaturales, variedades, formatos y medidas «de laboratorio».

¡Imaginemos por un momento que, ley en mano, se ofreciese una de esas barras alargadas de sucedáneo de huevo duro para cortar a rodajas, «de producción agraria biológica»!

Empieza a sonar a tópico, pero es una realidad, que urge acercar a los niños urbanos al campo, no sólo para que vean que los pollos son animales con plumas que corretean (al menos los biológicos), sino también para que entiendan que los pepinos o las lechugas no son productos dotados naturalmente de simetría matemática y dimensiones fijas, ni brotan envueltos individualmente en película retráctil.

COMUNICACIONES

I. DESARROLLO RURAL Y DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN ESPAÑA Y PORTUGAL

La agricultura ecológica en España e Italia: factores de influencia en su desarrollo

ANTONIO M. ALONSO[1], FLAMINIA VENTURA[2], PIER L. MILONE[3], GLORIA GUZMÁN[4], M. DOLORES DOMÍNGUEZ[5], XAVIER SIMÓN[6]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba. E-mail: ec1almia@uco.es
[2] Dipartimento di Scienze Economiche ed Estimative. Università di Perugia, Borgo XX Giugno, 74, 06100 Perugia. E–mail: ventura@unipg.it
[3] Dipartimento di Scienze Economiche ed Estimative. Università di Perugia, Borgo XX Giugno, 74, 06100 Perugia. E–mail: ventura@unipg.it
[4] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba. E-mail: ec1segue@uco.es
[5] Dpto. de Economía Aplicada. Universidad de Vigo. Lagoas Marcosende s/n 36200. Vigo. E-mail: ramstein@uvigo.es
[6] Dpto. de Economía Aplicada. Universidad de Vigo. Lagoas Marcosende s/n 36200. Vigo. E-mail: xsimon@uvigo.es

RESUMEN

El crecimiento de la agricultura ecológica como forma diferenciada y, en algunas ocasiones sobre todo inicialmente, enfrentada a la agricultura convencional en España e Italia ha estado influenciada por numerosos factores, entre los que cabe destacar la organización del sector ecológico, el papel de las instituciones públicas, las organizaciones agrarias tradicionales y la orientación y estructura del mercado. Estos factores también se manifiestan en el interior de cada país; así en aquellas regiones donde el contexto institucional ha sido más favorable es donde se ha producido un mayor crecimiento de la agricultura ecológica. Por ello, el desarrollo futuro de la producción ecológica en ambos países se enfrenta a un reto que pasa por el fortalecimiento de las organizaciones sociales y la mayor receptividad de los gobiernos central y regionales, que permita el establecimiento de líneas integrales de apoyo a la agricultura y ganadería ecológicas.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la agricultura ecológica[1] en España e Italia ha sido notable, existiendo aspectos históricos que diferencian sus ritmos de crecimiento (ALONSO y col., 2002). A lo largo del texto[2] se van a tratar de clarificar los factores que contribuyen a explicar este desarrollo. Atendiendo a la Figura 1, se van a establecer tres etapas en el desarrollo de la agricultura ecológica en estos países: la primera, desde los inicios hasta 1991, caracterizada por un lento crecimiento de esta actividad en ambos países; la segunda, desde 1991 hasta 1998, donde se produce el mayor crecimiento; y la tercera, desde 1998 hasta la actualidad, caracterizada por una notable reducción en el ritmo de expansión.

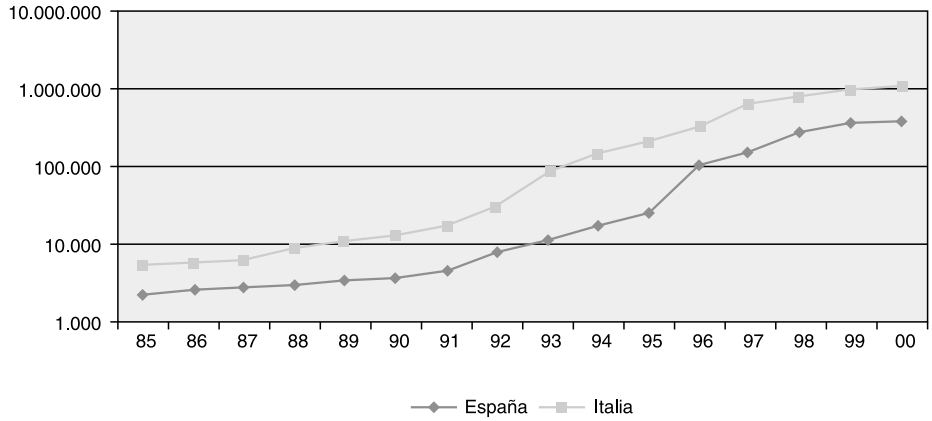


Figura 1. *Evolución de la superficie de agricultura ecológica en España e Italia (log). Fuente: LAMPKIN (2001)*

PRIMERA ETAPA: LOS INICIOS DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

España

El origen de la agricultura ecológica en España se remonta a los años 70, cuando un grupo de personas comienzan a introducir esta forma de cultivo en Cataluña, a través de contactos con componentes del movimiento de agricultura ecológica en Francia (ALONSO y col., 2000). En los años 80, la inquietud por realizar una agricultura alternativa que tuviera en cuenta e intentara evitar los efectos negativos imputables a la agricultura convencional va tomando cuerpo, constituyéndose legalmente algunas asociaciones[3] que inician en 1984 gestiones con la Administración, demandando el reconocimiento legal de la agricultura ecológica, aunque no es hasta 1989 que se aprueba el Reglamento y Consejo Regulador de agricultura ecológica a través de la promulgación de la Orden de 4 de octubre de 1989. Las instituciones gubernamentales se muestran muy reticentes a apoyar el desarrollo de la agricultura ecológica, es más, se podría decir que se convierten en el principal freno para este desarrollo, como lo demuestra el hecho de que tengan que pasar cinco años para el establecimiento legal de la regulación del sector.

Tampoco los sindicatos agrarios históricos apoyan inicialmente a la agricultura ecológica; desde éstos se consideraba a los agricultores y grupos pioneros de defensa de la agricultura ecológica como «enemigos», al criticar éstos, desde un discurso eminentemente ecologista, las externalidades negativas que sobre el medio ambiente y la salud estaba ocasionando el empleo de tecnologías químicas, entre otras.

El mercado interior de productos ecológicos en España en este período es prácticamente inexistente, convirtiéndose la exportación en el principal canal de comercialización.

Italia

En Italia el nacimiento de la agricultura ecológica se remonta a finales de los sesenta por parte del movimiento cultural de carácter ambientalista y del movimiento político radical. Y asumen el adjetivo de biológico al poner el acento sobre el hecho que se opera en conformidad con los procesos biológicos antes que reemplazarlos (MIELE, 1994). Después de 10 años de experimentación se constituye en 1969 en Turín «Suelo y Salud», una asociación sin ánimo de lucro entre técnicos y agricultores. También en Turín en 1972 nace la sociedad el «Flor de Loto» que produce y comercializa productos agroalimentarios transformados (principalmente cereales, harinas, pasta y galletas), y dos años más tarde Pietro Bianchi funda «KI», una empresa de producción de galletas, harinas y cereales ecológicos.

Los años setenta se caracterizan por la crisis petrolífera y el emerger en el escenario político italiano de movimientos ambientalistas, dentro de los cuales nace un nuevo interés, por parte de una clase media y alta, de jóvenes defensores de la actividad agrícola eco-compatible. Los agricultores ecológicos de aquellos años son sobre todo personas que pertenecen o que siguen a los movimientos ambientalistas, y que encuentran en el interior de Italia un mercado de destino reglamentado por relaciones informales de confianza que desempeñan un papel importante en la construcción posterior del mercado. Esto ha hecho que el núcleo histórico de la agricultura ecológica en Italia haya nacido en las regiones del Centro y Norte de Italia, regiones pioneras en los procesos de desurbanización que llevaban consigo, entre otros aspectos, que personas ajenas a la actividad agraria se ocuparan de este sector.

El núcleo importante de productores ecológicos se organiza en algunas asociaciones que nacen a los principios de los años ochenta y que enseguida se adhieren a IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica), de la que adoptan las normativas técnicas de producción en ausencia de normativas nacionales. Se trata de asociaciones que todavía hoy son referencia[4].

Al principio de los ochenta crece la necesidad de una reglamentación. Siguiendo la tradición ya existente en Italia de las producciones con Denominación de Origen, se elige el camino del autocontrol por parte de las Asociaciones de Productores existentes en la definición de las normas y el control. Así, en 1982 nace, con la adhesión de los movimientos de los consumidores, de las coordinadoras regionales (entre ellas CTPB) y de las organizaciones de los productores, la «Comisión Nacional Cosa es Biológica», que en 1988 se transforma en el actual AIAB (Asociación Italiana de Agricultura Biológica). De esta Comisión nacerán sucesivamente, por un proceso que podemos definir como gemación, sociedades para el control y la certificación de los productos ecológicos (por ejemplo, Bioagricoop en 1985) y asociaciones interprofesionales para la producción, control y promoción de las producciones ecológicas.

La evolución natural de las asociaciones por lo ecológico en Italia ha sido transformarse en organismos de control reconocidos por la autoridad nacional por lo ecológico (MIPAF) y acreditados bien por organismos internacionales (como IFOAM), bien por organismos no especializados (como SINCERT, organismo de acreditación de los entes de certificación según las normas UNI–EN-ISO). De los 9 organismos de control y certificación de las producciones ecológicas reconocidos actualmente en Italia, 5 son emanación directa de las asociaciones por lo ecológico.

SEGUNDA ETAPA: LA NORMATIVA COMUNITARIA Y LA POLÍTICA ESTATAL

La segunda etapa del desarrollo de la agricultura ecológica en España e Italia está determinada fundamentalmente por el soporte económico gubernamental que recibe este sector a través del R(CE) 2078/92 relativo a las medidas agroambientales. En efecto, como puede observarse en el gráfico 1, a partir de 1995, año en el que comienzan a aplicarse realmente estas medidas en ambos países, se produce un salto cuantitativo importante en la superficie dedicada a agricultura ecológica, especialmente en Italia. Por ello, en esta etapa vamos a analizar, en primer lugar, la aplicación de estas medidas conjuntamente en ambos países, y posteriormente pasaremos a analizar el resto de factores en cada país.

El soporte económico gubernamental en España e Italia

En este apartado vamos a utilizar el año 1997 como principal referencia, dado que es un año clave para vislumbrar las intenciones gubernamentales en la aplicación de estas medidas. En el total de países europeos analizados (Tabla I) se ha empleado para el fomento de la agricultura ecológica el 11,2% (alrededor de 260 millones de ECU) de los presupuestos de las medidas agroambientales, abarcando el 5,2% de la superficie (cerca de 1.300.000 Ha) e involucrando al 3,9% de las explotaciones (más de 65.000). El presupuesto asignado a la agricultura ecológica dentro de las medidas agroambientales por España e Italia presenta diferencias aún mayores que en el caso del programa en su totalidad: más de 100 MECU en el caso de Italia y no llega a los 3 MECU en el caso de España. Estas cifras ponen de manifiesto el grado de soporte institucional que cada gobierno otorga al sector de la producción ecológica dentro de las medidas agroambientales: más del 25% en Italia, frente a cerca del 4% en España.

Tabla I. La agricultura ecológica y la aplicación del R(2078) en 1997

	AE Total		AE R(2078)		
	Área (Ha)	**Explotaciones (n)**	**Área (Ha)**	**Explotaciones (n)**	**Presupuesto (MECU)**
España	152105	3526	62919	1545	2,9
Italia	641149	30844	308367	17121	100,6
UE 13*	2154626	81793	1297724	65762	260

*De Irlanda y Luxemburgo no existen datos disponibles
Fuente: FOSTER & LAMPKIN (2000); LAMPKIN *et al.* (1999)

El grado de cobertura del soporte económico a la agricultura ecológica (porcentaje de superficie y explotaciones beneficiadas frente al total existente) muestra, en gran medida, el grado de eficacia de los gobiernos en la aplicación de las medidas (ALONSO, 2001), lo que significaría que la elaboración legislativa y la difusión del programa han sido exitosos. Este porcentaje alcanza el 60% de la superficie y el 80% de las explotaciones de agricultura ecológica en la media de la UE. Tanto en el caso de España como en el de Italia este indicador se encuentra por debajo de la media europea, aunque es sensiblemente mayor en este segundo caso.

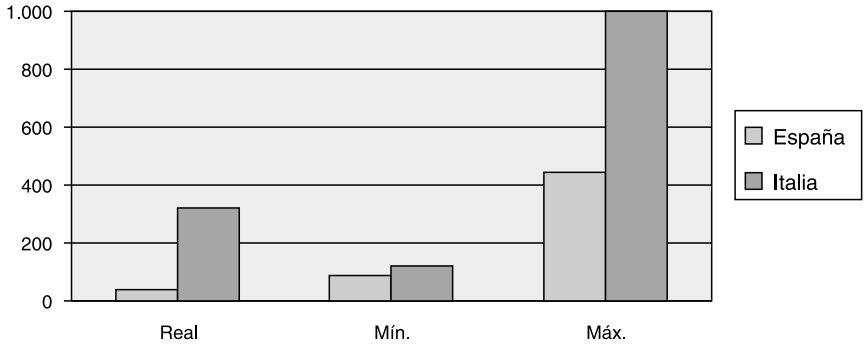


Figura 2. *Subvención unitaria real y teórica a la agricultura ecológica en España e Italia en 1997 (ECU/ha). Fuente: LAMPKIN et al. (1999)*

En la Figura 2 se registra el pago por hectárea recibido a través de las medidas agroambientales y la subvención teórica mínima y máxima obtenida de la reglamentación vigente en 1997 en España e Italia. Las cantidades teóricas son las que mayor influencia tienen en la conversión a agricultura ecológica, ya que es en ellas en las que se fijan los agricultores para realizarla. Así, nos encontramos con que si bien el nivel mínimo de subvención por hectárea es similar en ambos países (90 ECU/ha en España y 120 ECU/ha en Italia), el nivel máximo es notablemente mayor en Italia (1.000 ECU/ha) que en España (451 ECU/ha). Por lo tanto, a nivel teórico cuentan con un mayor aliciente los agricultores italianos que los españoles para realizar la conversión a agricultura ecológica.

Desde el punto de vista de la subvención real recibida también nos encontramos con que ésta es bastante mayor en el caso de la superficie ecológica italiana (326 ECU/ha) que en la española (no llega a 47 ECU/ha). Cabe destacar que en el caso de España, esta cantidad es incluso menor que la cantidad mínima establecida, lo que está relacionado principalmente por el límite presupuestario de los gobiernos para esta medida, de manera que si la cantidad de solicitudes es mayor que la esperada (cosa que ha ocurrido), el dinero presupuestado (muy pequeño) tiene que repartirse entre más solicitudes, reduciéndose el pago teórico.

Otros factores influyentes en el sector ecológico en España e Italia

España

El crecimiento de la agricultura ecológica en esta segunda etapa también está influenciado por el reconocimiento legal de este sector, tanto a nivel comunitario (Unión Europea) como a nivel

regional. Este hecho es especialmente importante para los productos ecológicos al dotarlos de un distintivo reconocible por los consumidores. El reconocimiento legal europeo se produce en 1991 a través del R (CE) 2092/91, mientras que en España se inicia un proceso de descentralización administrativa que origina regulaciones regionales durante este período.

El movimiento asociativo dentro del sector, aunque escaso, inicia reuniones para coordinarse a nivel estatal. Así, en 1994 se crea FANEGA, una Federación de Asociaciones de Agricultura Ecológica que agrupa a organizaciones diversas (de estudiantes, productores, técnicos…). El apoyo institucional a la investigación es prácticamente inexistente, a pesar de que en 1992 se crea la SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica), organización formada principalmente por científicos y técnicos, aunque también se suman agricultores y otras personas relacionadas con el sector. Esta sociedad organiza en 1994 el primer Congreso de Agricultura Ecológica (de carácter bianual) donde se presenta la escasa investigación existente[5], buena parte de la cual además es realizada con el esfuerzo privado de investigadores al no encontrar apoyo en sus centros de investigación (ALONSO y col., 2002).

En este período se mantiene la distancia, no exenta de conflictos, entre el sector de la agricultura ecológica y los sindicatos agrarios, aunque la reforma de la Política Agraria Común de 1992 comenzara a «alertar» a estos últimos de la tendencia «ambiental» de la futura financiación de la actividad agraria.

En el aspecto del mercado se consolida la orientación de exportación casi en exclusiva, ante el subdesarrollo del mercado interno; tan sólo en algunas asociaciones y cooperativas de consumidores, herboristerías y tiendas de dietética de grandes ciudades se pueden encontrar productos ecológicos.

Italia

En Italia los noventa son los años del desarrollo de lo ecológico. La tradición de coordinación y autorreglamentación de este sector se ha potenciado en esta etapa con la normativa Comunitaria. En efecto, en 1992 se constituye FIAO (Federación Italiana de Agricultura Orgánica) por iniciativa de las más importantes organizaciones italianas del sector, con el objetivo principal de constituir un organismo representativo unitario.

No obstante, la introducción de la normativa comunitaria ha sido bastante lenta en Italia y ha estado caracterizada por algunas lagunas, sobre todo con respecto a la utilización de productos fitosanitarios, debido a la división de competencias entre el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Salud.

Es de destacar el desplazamiento que se produce desde el Centro-Norte hacia el Sur de la importancia de este sector. En 1991 la región que contaba con el mayor número de operadores ecológicos era la Emilia Romaña; actualmente la primacía se encuentra en Sicilia. En la Tabla II podemos observar que los mayores porcentajes de superficie ecológica se concentran en el Sur, con la excepción de los pastos, cuya supremacía se encuentra en el Norte. En este hecho ha tenido una gran influencia la aplicación regional de las medidas agroambientales. La conversión a lo ecológico ha sido la única oportunidad de ayudas adicionales en aquellas regiones donde inicialmente no fueron introducidas las medidas para la reducción de insumos químicos[6], es decir, Abruzzo, Molisa, Apulia, Basilicata y Calabria, donde más del 70% del gasto de las medidas agroambientales ha ido al sostén de la agricultura ecológica.

Tabla II. Superficie por tipos de cultivos de agricultura ecológica en Italia en 1998

	Cereales	Horticultura	Frutales	Viña	Olivar	Plantas forrajeras	Oleaginosas	Pastos	Otros	Total
Norte	15%	21%	13%	13%	3%	20%	10%	40%	32%	18%
Centro	11%	13%	8%	14%	10%	8%	16%	30%	9%	10%
Sur	74%	66%	79%	74%	87%	72%	74%	30%	59%	72%
Italia	**140.122**	**5.607**	**44.148**	**16.363**	**59.932**	**301.708**	**11.892**	**27.381**	**47.290**	**654.509**

Fuente: ISMEA (2001)

Dentro de las orientaciones productivas, el sector hortofrutícola ha sido el más reacio a la hora de iniciar procesos de conversión, debido probablemente a que las subvenciones en raras ocasiones compensan los costes de transacción (de producción, organizativos y relacionales) inherentes al cambio. Mención aparte merece la producción citrícola que, con un manejo menos intensivo que otras frutas y hortalizas, ha vislumbrado en la conversión ecológica una forma de incrementar su valor, solventando además situaciones de mercado excendentario ocasional. En algunos cultivos donde las técnicas empleadas no son muy intensivas, como el olivar, la viña y los cereales, y son predominantes en las regiones del sur, se han iniciado procesos significativos de conversión a lo ecológico.

Por otro lado, el incremento generalizado de la producción ecológica, sobre todo la hortofruticultura de las regiones meridionales, unido al incremento de las estructuras organizativas en la producción, en la comercialización e incluso en las relaciones institucionales con las Administraciones públicas, ha permitido a la producción ecológica salir del inicialmente reducido nicho de mercado a la gran distribución, posicionándola en los grandes mercados del Norte de Italia y de Europa (ALONSO y col., 2002). Además la obtención de una certificación ecológica ha permitido, a operadores individuales y asociados con una misma organización comercial, segmentar ulteriormente el mercado. Este es el caso de muchos productos ganaderos (leche, queso…) de calidad de las zonas montaña y meridionales que han entrado en los mercados europeos gracias al canal ecológico. En cualquier caso, sólo el creciente interés social suscitado ha provocado que las instituciones empiecen a ocuparse de lo ecológico, influyendo en última instancia de manera positiva en el desarrollo de este sector.

TERCERA ETAPA: LA INFLUENCIA DEL MERCADO

España

En esta etapa, teniendo en cuenta la congelación de las subvenciones que se ha producido, el mercado es probablemente la principal fuerza motriz del desarrollo de la agricultura ecológica. El valor de la producción ecológica española ha crecido desde los 104,4 millones de euro en 1999 hasta los 133,2 millones de euro en 2001. El diferencial de precio entre el producto ecológico y el convencional sigue explicando en gran medida este comportamiento. Así, en el caso, por ejemplo, del aceite de oliva de la campaña 1999/2000 en Andalucía, mientras que la aceituna de producción ecológica se pagó en un intervalo de precios de 0,48 a 0,78 Euro/Kg, la aceituna con métodos de producción convencionales se pagó entre los 0,30-0,42 Euro/Kg (TOBAR,

2001). Además, se está produciendo una sinergia económica y productiva notable en este sector, sirviendo en determinadas zonas, como es el caso de la producción ecológica de aceite en Los Pedroches (Córdoba), de catalizador en el proceso de transformación ecológica de otros sectores productivos (ALONSO y col., 2001a y b).

Generalmente, los precios más altos de los productos ecológicos son obtenidos en el mercado de exportación. Así, el precio medio del aceite ecológico a granel exportado ha sido de 4,2 Euro/Kg, frente a los 3,7 Euro/Kg del mercado interior (TOBAR, 2001). Ello explica porqué este canal ha sido el históricamente utilizado.

El desarrollo de estructuras de comercialización interna sigue siendo precario, adoleciendo de un alto grado de ineficacia debido principalmente a su dispersión espacial y ausencia de oferta continua. En este período siguen prevaleciendo las tiendas de dietética y herboristerías (alrededor de 2.500) como principales puntos de venta (PICAZOS y PARRA, 2001), aunque presentan escasez de productos frescos y sus precios son generalmente elevados. Se incrementan las tiendas de alimentación natural, existen actualmente alrededor de 100 (PICAZOS y PARRA, 2001), donde la gama de productos ecológicos es mayor que en las anteriores, aunque su precio sigue siendo elevado. En algunas cadenas de hipermercados (como Hipercor-El Corte Inglés), principalmente de grandes ciudades, es cada vez mayor la presencia de productos ecológicos, aunque sus precios son elevados y su promoción suele ser deficiente. Las asociaciones y cooperativas siguen siendo los establecimientos donde mayor es la variedad de productos ecológicos (sobre todo frescos) y menores los precios, aunque su importancia relativa ha disminuido ante el mayor crecimiento de otros establecimientos.

Por otro lado, el movimiento asociativo sigue creciendo: los procesadores se organizan en la Asociación Española de Transformadores y Comercializadores de Productos Biológicos, los comercios en el Gremio de Establecimientos de Alimentación Natural y Biológica, y los consumidores (ya desde la etapa anterior) en la Coordinadora Estatal de Asociaciones y Cooperativas de Consumidores de Productos Ecológicos. Desde la producción es Vida Sana, FANEGA y, en cierta medida, la SEAE (aunque esta organización está principalmente formada por científicos también incluye a productores) quienes aglutinan a algunos agricultores y ganaderos ecológicos. Sin embargo, la representatividad de estas organizaciones a nivel estatal es baja, principalmente las de productores, lo que dificulta, entre otros aspectos, la interlocución del sector ante el gobierno. No obstante, recientemente se están produciendo movimientos asociativos de operadores de agricultura ecológica a nivel regional que pueden tener una mayor influencia a este nivel, dado que las competencias agrarias se encuentran en poder de los Gobiernos autonómicos.

Se da la circunstancia de que muchos de los productores ecológicos están asociados a los sindicatos agrarios tradicionales y no están dispuestos a crear nuevas estructuras organizativas, confiando en que «sus» sindicatos se involucren en el fomento de la agricultura ecológica. De hecho, los sindicatos agrarios tradicionales, principalmente COAG (Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos) y UPA (Unión de Pequeños Agricultores), organizaciones que aglutinan a la mayoría de los sindicatos agrarios regionales de pequeños agricultores y ganaderos, comienzan a tener un interés real por la agricultura ecológica debido, entre otras razones, a la crisis de la agricultura convencional y al hecho de que algunos de sus agricultores asociados han comenzado a producir ecológicamente demandando soluciones a la organización. En algunas regiones, como Andalucía, los Partidos Verdes están teniendo una participación activa en el desarrollo de la agricultura ecológica, contribuyendo a la realización e implementación de planes integrales de fomento para el desarrollo de este sector.

Italia

La intervención institucional para la formalización de las especificaciones cualitativas del proceso de la producción ecológica ha dado inicio a la entrada de estos productos en canales comerciales más amplios.

En el momento en que la reducción de los costes de transacción ha sido obtenida a través de la introducción de una norma y, por lo tanto, una formalización institucionalizada, la potencialidad de expansión ha venido a depender mayormente de la fiabilidad del sistema institucional dentro del cual lo ecológico se ha insertado.

El sistema de garantía que se basa en las marcas, sean institucionales o privadas, ha tenido un papel de relieve en el desarrollo del mercado italiano. Estas marcas han permitido a las grandes cadenas de distribución entrar en el sector de lo ecológico con una fuerza competitiva ampliando cada vez más la gama de productos ecológicos sin crear un excesivo diferencial de precio entre éstos y los convencionales, y sobre todo introduciendo productos nuevos no presentes en la gama de productos tradicionales.

La evolución de los canales de distribución del producto ecológico en Italia sigue el ciclo de vida de las formas de venta en el mercado abierto (GREEN y DOS SANTOS, 1993) que ha caracterizado la distribución de los productos agroalimentarios en Europa con el progresivo paso de la tienda especializada a las cadenas de supermercado. En Italia los supermercados que comercializan lo ecológico han pasado de las 130 unidades en 1996 a más de 1.400 en 2000. Los puntos venta en franquicia (cerca de 40) y las tiendas especializadas (alrededor de 1.000) no han aumentado significativamente en los últimos años.

El mercado en Italia también se caracteriza por una reciente y creciente preferencia de los consumidores por el producto elaborado con respecto del fresco, aunque esta oportunidad de mercado no es ampliamente explotada todavía por el sistema agroalimentario italiano que, debido a su estructura de pequeñas y medianas empresas, ha tenido y tiene ventajas competitivas ligadas a la flexibilidad de las instalaciones y de la mano de obra. Es de destacar que la transformación de productos ecológicos se ha agrupado en las zonas de consumo histórico del norte de Italia y norte de Europa, creando así flujos de productos procedentes de las zonas más vocacionales del sur de Italia. El sur italiano ha pagado una vez más la falta de una organización comercial eficiente capaz de llevar el producto a los lugares de venta y, al mismo tiempo, de captar los veloces cambios del consumo de productos ecológicos y de su sistema distributivo.

Italia ostenta la primacía en la producción de materias primas ecológicas dentro de la UE con un valor estimado en 1998 de la producción bruta de cerca de 1.100 millones de euros y el número de operadores en conversión a lo ecológico crece con mucha rapidez (en 2000 hay cerca de 60.000 operadores, de los cuales 4.000 son transformadores). Sin embargo, la producción introducida en el mercado como ecológica es inferior a la certificada, aunque las ventas totales registradas en Italia se estiman en cerca de 1.200 millones de euro (ISMEA, 2001) y las tendencias son de ulterior crecimiento dimensional del mercado. Del total del consumo, el producto fresco representa entre el 20 y el 25%, es decir, alrededor de 280 millones de euro. De la parte restante, 300 millones de euro se refieren principalmente a las importaciones procedentes por otros países europeos; y 620 millones de euro provienen de los productos transformados nacionales.

La adquisición de productos ecológicos por parte del consumidor se dirige principalmente a aquellos en los que existe una mayor preocupación por la salud al relacionarlos con los métodos de producción convencional. Además, un empujón notable a la adquisición proviene de la preo-

cupación por la alimentación infantil. Sin embargo, la adquisición del producto ecológico todavía no está ligado totalmente a la certeza de la percepción de la efectiva garantía de inocuidad, no toxicidad y ausencia de restos químicos. A la mayor parte de los consumidores les falta el conocimiento del sentido efectivo de la denominación de estos productos y sus características (ISMEA, 2001).

Es tarea de los productores, pero también de las instituciones públicas y privadas garantes del control y desarrollo de las producciones ecológicas, evitar una banalización de lo ecológico, que podría llevar inequívocamente a comportamientos oportunistas que, en el largo plazo, tienden a destruir el potencial de desarrollo rural de este sector, es decir, su capacidad de restablecer una relación de compromiso entre agricultura y sociedad y al mismo tiempo garantizar rentas ecuánimes para el productor.

REFLEXIÓN FINAL A MODO DE CONCLUSIÓN

El crecimiento de la agricultura ecológica como forma diferenciada y, en algunas ocasiones sobre todo inicialmente, enfrentada a la agricultura convencional, ha estado influenciada por numerosos factores que han afectado de manera diferente en función de las circunstancias históricas e institucionales de cada país.

El primer período en España e Italia está caracterizado por una búsqueda de reconocimiento legal para el sector. El papel de las primeras asociaciones de productores, cuyo desarrollo y estructuración es mayor en el caso italiano, es esencial en este sentido, instando a los gobiernos centrales respectivos a regularlo. El mercado ecológico, otra de las fuerzas motrices, sigue orientaciones diferentes: mientras que en España las producciones ecológicas se dirigen a la exportación casi en exclusiva, las italianas encuentran nichos de mercado en el centro y norte del país. Las principales fuerzas inhibitorias del desarrollo de la agricultura ecológica en ambos países son las instituciones públicas, las organizaciones agrarias tradicionales y, en el caso de España en mayor medida, la propia desestructuración del sector ecológico.

La política agraria europea, estatal y regional, a través del reconocimiento legal y la puesta en marcha de las medidas agroambientales, domina el panorama de influencia en el segundo período. Aunque es indudable la influencia del apoyo económico gubernamental a la conversión a agricultura ecológica en España e Italia, es necesario destacar que este apoyo es, como acabamos de mostrar, muy bajo en ambos países y sobre todo en España como para explicar por sí solo el auge tan grande que ha experimentado este sector. Además de otros factores se puede destacar la crisis de la agricultura convencional como un factor «externo» de gran importancia. Esta crisis se manifiesta principalmente de dos maneras: por un lado, desde el punto de vista económico se produce una pérdida de renta agraria en estos últimos años, y por otro, los recientes escándalos alimenticios relacionados con la intensificación de la producción animal (dioxinas y encefalopatía bovina espongiforme como ejemplos más significativos) provocan un mayor grado de concienciación entre la población con respecto al binomio salud-alimentación.

En el tercer período, el desarrollo de las estructuras comerciales es el principal factor de influencia. En el caso de España, el mercado de exportación ha sido clave en los tres períodos, aunque en este último es cada vez mayor el número de establecimientos (herboristerías, tiendas especializadas, grandes superficies y centros de consumidores) donde se pueden encontrar estos productos.

En aquellas regiones donde el contexto institucional ha sido más favorable es donde se ha producido un mayor crecimiento de la agricultura ecológica. Por ello, el desarrollo futuro de la producción ecológica en ambos países se enfrenta a un reto que pasa por el fortalecimiento de las organizaciones sociales y la mayor receptividad de los gobiernos central y regionales, que permita el establecimiento de líneas integrales de apoyo a la agricultura y ganadería ecológicas. Así, este sector podría seguir ejerciendo, de una manera más estable que hasta ahora, el papel de motor de desarrollo rural sostenible, al contemplar criterios ecológicos, económicos y sociales en sus bases teóricas y experiencias productivas.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A.M.; GUZMÁN, G.I.; CENIT, M. (2000). «Caracterización de la agricultura ecológica en España. Análisis de una estrategia de comercialización directa: el caso de la SCA El Romeral». En Guzmán Casado, G., González de Molina, M., Sevilla Guzmán, E. (Eds.), *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 363-389.

ALONSO, A.M. (2001). «Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español». En *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 192, pp. 123-159.

ALONSO, A.M.; JIMÉNEZ, M.; GUZMÁN, G.I. (2001a). *The Production of organic olive oil: the OLIPE co-operative in the Pedroches region*. Working Paper for the research programme «The Socio-economic Impact of Rural Development Policies: Realities & Potentials» (FAIR CT 98-4288). Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Córdoba.

ALONSO, A.M.; SEVILLA, E.; JIMÉNEZ, M.; GUZMÁN, G.I. (2001b). «Rural Development and Ecological Management of Endogenous Resources: The Case of Mountain Olive Tree in Los Pedroches Comarca (Spain)». In *Journal of Environmental Policy and Planning*, volume 3 (2), April-June, pp. 163-175.

ALONSO, A.M.; VENTURA, F.; MILONE, P.L.; GUZMÁN, G.I.; DOMÍNGUEZ, M.D.; SIMÓN, X. (2002). «Institutional influence on organic agriculture development in Spain and Italy». In Miele, M. & Renting, H. (Eds). *Farming with Nature: The Making of Organic Farming in Europe*. Van Gorcum. Assen, The Netherlands (in press).

FOSTER, C.; LAMPKIN, N. (2000). *Organic and in-conversion land area, holdings, livestock and crop production in Europe*. Task 2.1: Technical Deliverable of FAIR3-CT96-1794 project.

GREEN, R.H.; DOS SANTOS, R.R. (1993). «Economia di rete e ristrutturazione del settore agroalimentare», *La Questione Agraria*, 52.

ISART, J.; LLERENA, J.J. (1999). «Research in Organic Farming in the European Union». In J. Isart and Llerena J.J. (Eds.), *Organic Farming Research in the European Union, Towards 21st Century. European.* Network for Scientific Research Co-ordination in Organic Farming. Barcelona.

ISMEA (2001). *Le tendenze del settore agroalimentare nel 2000*. Rapporto Annuale. Roma.

LAMPKIN, N.H.; FOSTER, C.; PADEL, S. (1999). *The Policy and Regulatory Environment for Organic Farming in Europe: Country Reports*. Organic Farming in Europe. Economics and Policy, volume 2. University of Hohenheim. Stuttgart.

LAMPKIN, N.H. (2001). «Statistics of Organic Farming». Welsh Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth, GB-SY23 3AL; http\\: www.organic.aber.ac.uk/stats.shtml (24-01-02).

MIELE, M. (1994). «L'agricoltura biologica», in Iacoponi, L., Romiti, R. *Economia e Politica Agraria*, Edagricole, Bologna.

PICAZOS, J.; PARRA, A. (2001). *Organic Agriculture in Spain 2001*, Stiftung Ökologie & Landbau. http: www.organic-europe.net/country_reports/spain/default.asp (22-12-01).

TOBAR, E. (2001). «Evolución del aceite de oliva de producción ecológica en Andalucía: Campaña 1999/2000». X Simposium Científico-Técnico Expoliva 2001, 24-26 de mayo, Jaén.

NOTAS

1 En el caso de Italia se denomina «biológica», por lo que se va a mantener este nombre en aquellas siglas a las que haga referencia.

2 Algunos de los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto «The Socio-Economic Impact of Rural Development Policies: Realities and Potentials», financiado por la Comisión Europea (FAIR CT98-4288) y el Gobierno español a través del Plan Nacional de I+D+I (SEC2000-1777-CE).

3 Asociación Vida Sana en 1981 (en Cataluña), Coordinadora de Agricultura Ecológica (CAE) en 1983 (en Cataluña e Islas Baleares), Bioland en 1985 (en Andalucía) y Asociación de Agricultura Biodinámica de España en 1986 (precursores de las Islas Canarias), entre otras.

4 Como CTPB (Coordinación Toscana de Productores Biológicos) nacida en 1983 en Florencia, o AMAB (Asociación Marchigiana de Productores Biológicos) fundada en 1986, que posteriormente en 1997 darán vida, junto a otras asociaciones regionales (actualmente 18), a la asociación Mediterránea de Agricultura Biológica (AMAB).

5 En una búsqueda de proyectos de investigación (ISART & LLERENA, 1999) en 1997, tan sólo se encontró uno en España, frente a los 58 de Países Bajos, 45 de Alemania, 18 del Reino Unido o 16 de Italia.

6 Principalmente la producción integrada, que al ser introducida con anterioridad y apoyada por determinados gobiernos regionales, ha competido con la transformación de la agricultura convencional a agricultura ecológica. Así, las subvenciones a la producción integrada han representado el 49% del gasto total del Reg. (CEE) 2078/92, mientras que las ayudas a lo ecológico han supuesto cerca del 26%.

A Politica agraria común da ue dende unha perspectiva ambiental

SANTIAGO BOBO MARIÑO

A Política Agraria Común (PAC) adoeceu até hoxe en dia dunha doble miopía: co medio natural e coa calidade dos alimentos, derivadas da adopción dunha tecnoloxía enerxeticamente ineficiente, da aplicación masiva de agroquímicos, e da decisión de favorecer a cantidade fronte á calidade. A PAC reformada segue a ser unha política de prezos e mercados. Por mais que trate de ser unha poítica da paisaxe, continua lonxe de ser unha política ambiental clara. Segue a incentivar as tecnoloxías productivas intensivas para despois tratar de paliar os efectos da concentración territorial e a intensificación con medidas secundarias. Dentro das reformas en marcha, as medidas agroambientais son só unhas pequenas pinceladas relegadas ao voluntarismo. A vista dos datos, non se pode afirmar que en Europa se estexan a reducir os efectos ambietais negativos da agricultura convencional.

Tanto os problenas derivados dos volumes de excedentes estructurais como os impactos ambientais negativos da agricultura e os perxuicios a saúde pública de hoxe, son unha consecuencia dunha política agraria con falta de miras ambientais como foi a Política Agraria Europea diseñada nos anos 60. Nas súas orixens, a PAC era todo menos unha política con pretensiós ambientais, na Europa daquela época, as necesidades alimentarias eran apremiantes e as miras eran outras. Mais a carencia dun enfoque máis amplo que o productivista é un dos problenas cos que se enfrenta a agricultura europea hoxe en dia como tamén no futuro.

Se ben un dos grandes obxetivos da PAC era defender a agricultura familiar, realmente acabou defendendo ás grandes explotacións intensivas concentradas nun grupo de rexións que, con técnicas agresivas producían moi por riba dos rendenentos ambientalmente asumibles do medio. A contaminación agraria, tida por difusa, en moitas rexións agrarias europeas, xa ten un carácter de contaminación concentrada similar á de áreas urbanas e industriais.

Os efectos ambientais da PAC productivista, poden resumirse nos seguintes:

- Contaminación de aguas continentais polos excesos de aplicación de fertilizantes e pesticidas.
- Contaminación do ar con gases derivados de pesticidas, gases de combustión e formas gaseosas derivadas da transformación química de fertilizantes nitroxenados, e gases emanados do esterco.
- Perdas e sobreexplotación do recurso solo, tanto en áreas non aptas para a actividade agraria, como sobre todo pola sobreintensificación productiva.
- Disminución da biodiversidade en grandes áeras onde primaba a especialización productiva e a aplicación de pesticidas de amplo espectro
- Emprego de principios activos que se acumulaban en tecidos vivos, como os compuestos organoclorados, presentes en todos os organismos vivos incluidos os humáns.

- Forte contaminación indirecta da industria química de fertilizantes e pesticidas: elevado consumo enerxético, emisións poluintes, e mesmo productos de alta biotoxicidade como os emitidos nas catástrofes de Seveso e Bophal.

No anexo expónse unhos exemplos detallados e actuais de contaminación agraria en Europa.

A DES-INTEGRACIÓN ENTRE A POLÍTICA AGRARIA E A POLÍTICA AMBIENTAL NA PAC REFORMADA 1992-2000

A necesidade dos cambios ven dada polos efectos da primeira PAC, que resumimos nos seguintes:

- Saturación dos mercados cos productos mais protexidos, mentras que se establece un déficit crónico noutros cono leguninosas e oleaxinosas gran.
- Incremento das rendas agrarias selectivamente por países, por rexións, por subsectores e por tamaño de explotación
- Especialización productiva con gran concentración da producción en países, rexións e explotacións.
- Aparición de impactos medioambientais negativos causados pola actividade agraria.
- Esixencias crecentes de financiamento conunitario.
- Presiones externas para a liberalización dos mercados agrarios.

Frente o problema da saturación dos mercados, os excedentes e as presións exteriores, tomáronse medidas para disminuir a producción agraria: conxelando e disminuindo os precios de intervención, reducindo os mecanismos de control de importaciones e establecendo cuotas limitadoras da produción. O mesmo tempo, introdúcense medidas estructurais como a retirada de terras agrarias, a reforestación de terras agrarias e a xubilación anticipada. Asi, a PAC reformada non naceu das preocupacións polo ambiente nen pola calidade, senon que foi unha reforma feita para reducir os gatos comunitarios.

Se ben no Documento sobre Novas Direcciones da Política de Medio Ambente do ano 86, a Comisión Europea recoñecia o papel da agricultura para conservar a calidade ambiental, e establecia que a PAC debe ter un marco de protección e respeto ambiental e conservación da fauna e flora para acadar a necesaria integración entre a política agraria e ambiental, esta integración non se comenzóu a abordar na práctica.

A desintegración entre agricultura europea e medio ambiente analízase nos seguintes aspectos:

Política de precios: O principio de internalización dos costes medioambientais no mercado, facendo que os precios de venda reflecten os costes ambientais polo principio de «quen contamina paga», nunca se chegou a considerar a súa aplicación na agricultura, como se fixo en algunhos casos coa actividade industrial.

Política de ordenación do territorio. O uso do territorio en moitos países do norte de Europa onde as actividade agraria é mais intensiva, como nos Países Baixos, sigue un modelo desagregado, con unha división extrema de funciones entre rexións. Non se incentiva unha xestión integrada do territorio, combinando a protección da natureza con unha agricultura menos inten-

siva, permitiría a conservación de espacios naturais locais, mellorando a biodiversidade, nunha paisaxe rexional mais diversificada.

Política de extensificación agraria. A política de extensificación agraria aplicouse ás producciós e non ós insumos, debido a que esta política foi concebida coa finalidade de reducir excedentes, mais que como política de integración ambiental. O seu éxito foi escaso tendo moito maior impacto a retirada de terras. A intensificación segue a ser a característica da maior parte da agricultura europea e das rexións agrarias, mentras que se abandoaba a agricultura mais extensiva das zonas mais desfavorecidas.

Renunciouse a unha extensificación productiva xeralizada a todas as explotaciones, pola via de limitar o uso de agroquímicos. Pero temos exemplos das experiencias de aplicar impostos sobre os insumos en Finlandia, Suecia e Austria, e a retirada das subvenciós ós fertilizantes en Nova Zelanda.

O impacto ambiental da gandeiría superintensiva tampoco se aborda con decisión, tendo as primeiras experiencias de normas para mellorar a utilización do esterco de Dinamarca e Holanda en 1987 e 1988, un efecto reducido. Os insumos que se prohiben son as hormonas de crecemento, ainda que o control da súa aplicación ten serias dúbidas da súa efectividade.

A aplicación desta política de extensificación, gravando as produccións en lugar dos insunos ten ademais un impacto máis negativo para as rendas agrarias, deixando a industria de insumos agrarios a marxe do problena ambiental da agricultura, e sen reduciren mediante cuotas ou tasas, ningunha parte das súa producción e mercados.

As medidas de control da erosión son de tipo incentivos para introducir prácticas voluntaristas que reduzcan a erosión e degradación do solo nas zonas sensiveis, maís que de desincentivar as prácticas erosivas en todo o territorio.

Política de fomento de tecnoloxías alternativas. A promoción da agricultura alternativa, de tecnoloxia blanda, como a agricultura ecolóxica, non deixa de ter un apoio vago e marxinal, ainda que esta nova orientación tecnolóxica traería precisamene os beneficio que pretende acadar a PAC: redución da intensificación e a contaminación agraria, redución da produción agraria, diversificación productiva (ao incorporar as necesarias rotaciones e asociaciones de cultiivos), a diversificación da paisaxe (polo fomento das sebes e vexetación autóctona), e tamén a mellora da calidade dos productos agrarios e das rendas dos agricultores.

Política de defensa dos espacios naturais. A defensa de espacios naturais na PAC ten un carácter innovador o considerar a función da agricultura cono un servicio da paixaxe, esta política consiste en pagos a activiadades que conserven a paisaxe, que supoñen una diversificación das rendas, ainda que non a diversificación da actividade, nen a mellora da integración ambiental destas actividades.

ALGUNHAS MEDIDAS AGROAMBIENTAIS E O SEU IMPACTO POTENCIAL

Segundo a propia UE (1), houbo en xeral unha baixa aceptación das medidas e acentuaronse as diferencias rexionais e entre paises en Europa, debido ao cofinanciamento dos estados e o voluntarismo da aplicación. As diferencias vense nos seguintes datos (European Conmunities, 1999): España, Grecia, Italia, Bélxica e Paises Baixos, teñen unha impacto das medidas subvencionadas menor do 7% das explotacions, ainda menos da media europea que é ben baixa: só o 9% das explotacións acolléronse a alguha medida.

En superficie, o padrón é similar, coa meta do 5º Programa de Acción Ambiental que é de 15% da área europea coberta por estas medidas, é superada o ano 2000, o que non é moi significativo, tendo en conta que en 6 países permanece por debaixo, e particularmente as zonas mais desfavorecidas, obxetivo 1 que son menos cobertas polas medidas que as outras.

O impacto dun programa cunha diversidade tan grande de medidas e variavel, polo que se analiza o impacto dos seguintes grupos de medidas.

1. A redución do uso de insumos fertilizantes e pesticidas é moi pequena, e varía moito entre sistemas agrarios. Só se dispón de datos para Finlandia e Austria, onde se deu unha redución do 30% en pesticidas só en cultivos permanentes, *que xa eran cultivos forestais pouco intensificados.*
2. A produción orgánica (ou ecolóxica), e recoñecida polos beneficios na biodiversidade e no solo e auga, con dados que amosam a menor contaminación ambiental das explotacions ecolóxicas. Pero o informe sinala a baixa correlación entre a superficie reconvertida a agricultura ecolóxica e as medidas agroambientais en Paises Baixos, e Gran Bretaña, e a alta correlación en Austria, Finlandia e Italia.
3. Os cambios nos usos do solo, co abandono de terras ou coa sustitución de terra arable por pastos extensivos, e o cambio entre cultivos e rotación, teñen-se mencionado como beneficiosos para a estructura do solo e a biodiversidade, mais só nuns poucos casos teñen-se amosado a adopción destas medidas con impacto a escala local.
4. O programa de cría de razas autóctonas ten entre o 35 e 45% de razas cobertas, supondo por tanto un éxito importante, pero *só* nuns poucos programas se asocian as razas autóctonas con medidas de manexo ambiental de gandeiría e pastos.
5. O abandono de terras agrarias, que tivo mais impacto en Italia, é mirado agora cono una perda ambiental o aumentar o risco de erosión e perda de biodiversidade. Na Francia e Suecia aparesceron mecanismos para recuperar terras abandoadas e cobertas por matos, en contra *desta medida.*
6. As medidas de moitos programas combinan a preservación da biodiversidade dos pastos coa redución da carga gandeira. O seu monitoreo se basa en estudos botánicos e de invertebrados , e xa se ten acreditado a aparición de plantas, arañas e escarabellos indicadores non vistos antes nestas explotacións, en lugar de establecer a obligatoriedade de fometar a vexetación autóctona en setos e marxes con, cun impacto visible a moi corto plazo. O mantenimento da paisaxe, conservando os setos, valados, florestas, estanques e arbores illadas, e a parcelación irregular tamben són apoiadas por algúns programas, pero sen especificar ainda os resultados nos 8 anos de vixencia desta medida.

A XEITO DE CONCLUSIÓN

A PAC reformada no 92 e as reformas futuras adoecen de ter reais pretensións ambientais e evitaron e evitarán enfrontarse cos problemas ambientais máis críticos causados pola agricultura, que son os debidos á agricultura convecional productivista que ela mesma incentivóu, e os que aparecen sobre todo nos países e rexións do norte de Europa, os máis favorecidos históricamente cos fondos da PAC. Polo que a PAC non se lle pode esperar que devore ós seus propios fillos.

BIBLIOGRAFIA

EUROPEAN COMMUNITIES. *Agriculture, enviroment, rural development, facts and figures.* A Challenge for Agriculture. Report Bruxelles 1999.

FUNDACIÓN GALICIA-EUROPA. *A participación de Galicia na política agraria comunitaria.* Santiago de Compostela, 1989.

SUMPSI VIÑAS, X.M. *Ecologia, biología y desarrollo agrícola.* Universidad Politécnica de Madrid, 1990.

ANEXO

Contaminación de orixe agrario en Europa

Na maior parte de Europa, entre o 80 e o 93% do nitróxeno poluente provén da aplicacion excesiva de fertilizantes minerais e do esterco do gando bovino. No periodo 1992 a 1996, o 65% dos ríos europeos mostraban un nivel de contaminación de 1mgN/l, que xa supón un signo de eutrofización, e niveis 7,5 veces superiores nos ríos dos países do noroeste de Europa, onde a agricultura é particularmente intensiva.

O gando bovino é unha das causas da polución de nitratos na agua, e tamén de amoníaco volatilizado á atmosfera. Esta contaminación varía por países e rexións, sendo os Países Baixos, e Bélxica, con as maiores densidades gandeiras, os países con maiores inputs medios de nitróxeno como esterco: 270 e 200 kg/ha, seguidos de Irlanda e Luxenburgo, áreas como Bretaña, norte de Alemaña e Italia, Gales e Galicia con mais de 100, xa supera o doble da media europea. Nalgúns paises hai límites á fertilización e multas elevadas aos infractores.

En canto aos pesticidas, o descoñecenento dos niveis de contaminación é o feito relevante, tanto pola dificultade de análise e monitoreo de cada pesticida, como polos costos derivados. O mais estudado é a altrazina (ou atrazina), un herbicida empregado no cultivo de millo. Os herbicidas de grande espectro acadan unha maior presencia nas aguas. Na bacia do Rhin, en todas as mostras a altrazina supera o límite máximo admisible en agua potable de 0,1_g/l (Directiva da CE), acadando picos máximos entre Abril e Xuño. Os países que empregan pesticidas mais intensamente son: Bélxica con 12 kg/ha, Alemaña: 10 kg/ha, Reino Unido: 5kg/ha, França e Portugal : 4kg/ha. E Galiza: 5kg/ha, tivo forte incremento nos últimos anos e xa supera a media europea.

A evolución da aplicación de pesticidas dende 1991 vai camiño da reducción, para o conxunto da UE, pero esta reducción non se favorece nas medidas agroambientais.

Contribución del grupo regional de IFOAM-UE[1] al desarrollo de la agricultura ecológica en Europa

VÍCTOR GONZÁLVEZ

Representante de organizaciones miembro de IFOAM del Estado español por SEAE

RESUMEN

El Grupo Regional de la Unión Europea de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM-UE) es una estructura interna que se encarga de desarrollar propuestas para incidir en la política y la reglamentación y los aspectos de apoyo institucional (investigación, ayudas, promoción, etc.) de la Unión Europea a la Agricultura Ecológica.

El grupo está reconocido como representante del sector ante las autoridades agrarias de la Comisión Europea y es consultado por la misma periódicamente. Su influencia fue decisiva para incorporar los criterios del sector en la elaboración del reglamento que actualmente rige la producción y elaboración de productos procedentes de la agricultura ecológica en la Unión Europea.

Desde hace dos años, nuestro país ha mantenido un representante en ese grupo que ha tratado de consultar y transmitir la información al sector nacional. Sin embargo, la participación de nuestro país está todavía poco estructurada y articulada. La comunicación describe los objetivos que persigue el grupo en las distintas áreas, las actividades desarrolladas en los dos últimos años y los principales logros, entre los que se cuenta el inicio de un proceso de discusión para establecer un plan estratégico de fomento de la agricultura ecológica a nivel europeo.

INTRODUCCIÓN

El grupo IFOAM de la Unión Europea (IFOAM-UE) es una estructura regional independiente dentro del organigrama de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM, en inglés), que involucra a más de 280 organizaciones, pertenecientes a los países de la Unión Europea y los países de la EFTA (Área Europea de Libre Comercio), más un miembro observador de los países en vías de acceso a la UE.

El grupo fue constituido formalmente en febrero del año 2000, en su primera Asamblea General en Nueremberg (Alemania), reemplazando así al Grupo de Trabajo EU, formado en 1990 con una estructura similar, pero con una dependencia directa de la Junta Directiva Mundial (JDM) de IFOAM.

[1] Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM), Grupo Regional de la Unión Europea (UE)

LOS OBJETIVOS Y METAS DEL GRUPO

El grupo se entiende como representante de los miembros de IFOAM, que constituyen la mayoría del sector de la Agricultura Ecológica, en estos países siendo un foro de defensa de los intereses comunes, intercambio de información, formulación y desarrollo de normas, políticas y acciones comunes de trabajo. Sus objetivos están definidos en los estatutos aprobados en su asamblea que pueden ser resumidos en los siguientes: a) Promover en la UE/EFTA los principios y prácticas de la agricultura ecológica (AE) y la producción de alimentos, conforme se enuncia en la Normativa Básica de IFOAM (NBI); b) coordinar y representar a los miembros de IFOAM de los países de la UE/EFTA, dentro de IFOAM, ante las autoridades comunitarias de la UE (Comisión Europea, CE) y ante otros estamentos; c) contribuir al intercambio de información entre los miembros de IFOAM de la UE/EFTA y con otras estructuras a nivel mundial; d) apoyar la coordinación de la investigación en agricultura ecológica y la producción de alimentos en la UE/EFTA; y e) Acordar y establecer políticas comunes dentro del grupo en relación a los temas arriba mencionados.

LA JUNTA DE DIRECTORES DEL GRUPO UE-IFOAM

Las acciones principales del Grupo IFOAM-UE están a cargo de su Junta Directiva, elegida cada 3 años y ratificada en la asamblea general siguiente. Los miembros de la Junta Directiva del Grupo son elegidos a nivel nacional entre los miembros de IFOAM y se compone de un representante y un sustituto por país.

En España, esta elección se realizó el pasado mes de mayo entre los miembros de IFOAM, en una reunión en Biocultura Barcelona, en mayo, que fue ratificada en junio de este año en Córdoba, por las organizaciones siguientes: Vida Sana, FABIO, BIOCOP, SEAE, CAAE y SPAE. La representación recayó en el Coordinador Técnico de SEAE. Funciona como sustituto un miembro del CAAE. Los miembros actuales de IFOAM en España son: Amics de L'Escola de Manresa, BIOCOP, CAAE, CAFAI, Centro Las Torcas, FA-BIO, Iberproducts, Natureco, SEAE y Vida Sana.

La estructura del grupo tiene funciones prácticas y formales y se designa con el fin de fortalecer las relaciones con la estructura de la UE, ya que la mayor parte de las acciones están dirigidas hacia las autoridades comunitarias de la UE, debiendo ser reconocida por sus funcionarios y oficiales, como una contraparte confiable y seria.

Los miembros de la JD son los responsables de la comunicación de los miembros de la organización en su país y de traer el sentir de sus puntos de vista al grupo. Sin embargo, los miembros de la JD tienen también una perspectiva amplia y global, trabajando y actuando por el interés del movimiento ecológico de la UE (internacional), como un todo.

Los miembros de la JD del Grupo UE-IFOAM sostienen reuniones formales 3 o 4 veces al año en diferentes estados miembros. La mayor parte del trabajo es realizado por los subcomités responsables para acciones más específicas (***Políticas, Investigación, OGM's, Producción animal, Procesamiento de productos, vino, etc***.). Éstos preparan propuestas y posiciones para discutir y acordar en la JD y son los responsables de llevar a cabo las acciones.

El Grupo suele mantener reuniones regulares en Bruselas, una vez al año, por invitación de funcionarios y oficiales de la Comisión Europea. La Comisión reconoce al grupo UE-IFOAM

como un representante amplio del sector de la agricultura ecológica en la UE y, por ello, estas reuniones de consulta son un importante canal directo entre ambas partes. En ellas se intercambian puntos de vista relativos al reglamento 2092/91, investigación en AE, el desarrollo del programa agroambiental y otros aspectos de la Política Agraria Común (PAC).

PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El Grupo tiene una Junta Ejecutiva, Presidente, Vicepresidente, Tesorero y Vocal, que se encarga de establecer los puntos de agenda para cada reunión, en consulta con los miembros del resto de la Junta Directiva. Cada punto de agenda propuesto debe estar dentro de las distintas líneas de acción establecidas y debe contar con un documento que justifique y argumente su necesidad y exprese las razones para un posicionamiento del grupo. Por lo general cada reunión se compone de unos 20 puntos, casi todos con un documento en inglés.

Todos estos documentos son colocados en un archivo de internet, que avisa a sus miembros de su disponibilidad, en el momento de ser colgado en la red. Los asistentes a las reuniones se comprometen a leer el documento y circularlo a los miembros de IFOAM de su país, recabar sus opiniones y defenderlas con argumentos en las reuniones de la Junta Directiva.

Las decisiones se toman cuando existen un amplio consenso, evitando las votaciones. Ello hace que muchos tópicos sean abordados en diferentes reuniones. Si no hay consenso, no habrá postura oficial del grupo. Se procura desarrollar las reuniones desde una visión supranacional, dejando de lado los intereses de cada país.

PRINCIPALES ACTIVIDADES Y LOGROS RECIENTES

El grupo ha celebrado 7 reuniones ordinarias en diferentes países (Finlandia, Bélgica, Francia, España, Dinamarca), dos de ellas combinadas con una reunión de consulta sobre aspectos del reglamento (prolongación de autorización de productos), ayudas a la investigación en agricultura ecológica, aspectos de fraudes y ogm's, etc., con representantes de la Comisión Europea en la Dirección General de Agricultura (Bruselas). En una de estas reuniones se organizó una actividad para establecer contacto con los miembros del Comité del Artículo 14, responsable de aprobar cambios en las normas del Reglamento UE 2092/91.

También se participó activamente en la Conferencia Europea sobre Agricultura y Alimentación ecológicas (Copenhague, mayo 2001), que originó la declaración que pedía el desarrollo de un plan de acción europeo para fomentar la agricultura y la alimentación ecológicas en la Unión Europea y en la discusión de una propuesta para una PAC sostenible (Estocolmo).

La Junta de Directores del Grupo de la Unión Europea de IFOAM presentó su plan de acción diferentes subcomités (Políticas, Regulación, Elaboración, Investigación y Ampliación UE y organización interna), presentó sus planes en una reunión informativa paralela a la Asamblea de IFOAM (Suiza, 2000), que se presenta en el anexo.

Representantes del Grupo Regional participan activamente en el grupo de expertos que están elaborando el Plan Estratégico Europeo, y son miembros del Grupo de Trabajo sobre Agricultura Ecológica de la Comisión Europea, con otros actores del sector.

Los principales logros en los últimos dos años han sido:

- Expresar la opinión del sector sobre la prolongación del uso de determinados productos en el Reglamento, que fue retomada por la Comisión Europea.
- Impulso del plan de acción europeo para fomentar la AE.
- Desarrollo y propuesta de una PAC más sostenible, retomada por la CE.
- Definición de prioridades de investigación y denuncia de la escasez de apoyo por parte de la UE.
- Consolidación de una estructura y procedimiento de trabajo del sector a nivel europeo.

LAS PERSPECTIVAS DE FUTURO DEL GRUPO

Los objetivos del Grupo UE en el largo plazo son el establecimiento de una presencia permanente en Bruselas y expandir las actividades para cubrir las cuatro áreas claves (investigación, regulación, PAC y ampliación). Como comienzo se han elaborado planes de acciones trienales, que fueron presentados en la Conferencia Científica de IFOAM, celebrada en Basel (Suiza), en agosto del 2000, que están disponibles para aquellos que lo soliciten.

El Grupo UE-IFOAM reconoce la importancia internacional del desarrollo de la agricultura ecológica dentro de la UE y pretende asegurar una adecuada comunicación y cooperación con otros grupos dentro de IFOAM, para que los intereses y asuntos comunes puedan ser identificados y canalizados adecuadamente.

El Grupo UE-IFOAM se financia principalmente con los aportes de los miembros de IFOAM de cada país y las ayudas que se logran conseguir para este fin en organizaciones privadas y públicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La integración del sector a nivel europeo y el establecimiento de posiciones comunes es fundamental para lograr cierta influencia en el desarrollo de políticas europeas sobre agricultura ecológica. El grupo trata también de acercarse cada vez más a los productores ecológicos vinculados a las asociaciones profesionales agrarias europeas.

La conformación de una sólida representación del sector AE a nivel europeo, al estilo de una interprofesional, es clave para desarrollar el sector e influir en las políticas, reglamentos, comercio y promoción del consumo, así como en las medidas de apoyo institucional al sector. Ello no se entiende todavía bien en el sector ecológico nacional y de algunos otros países miembros de la Unión.

En este sentido, es importante dotarse de un procedimiento de trabajo que respete las diferencias y estimule el consenso, haciendo posible un diálogo con los mecanismos adecuados para ello, es básico en este tipo de trabajo. Ello parece haberse logrado a nivel del grupo IFOAM-UE.

Es urgente y necesario dedicar recursos (económicos y humanos) a este trabajo de plataforma de debate, que aumente la participación del sector en estas discusiones, que por su escasa visibilidad, no aparece como algo importante.

BIBLIOGRAFÍA

IFOAM-UE. Actas de Reuniones 2000-2002.
IFOAM-UE. Estatutos 2000.
IFOAM. Constitución de Grupos Regionales www.ifoam.org.

ANEXO
PLANES ESTRATÉGICOS 2000-2003 GRUPO IFOAM UNIÓN EUROPEA

Subgrupos de trabajo: ***Políticas, Normativas, Elaboración, Investigación, Ampliación.***
Comités de Trabajo: Interpretación y exclusión de OGM's; Oficina de Bruselas; Finanzas.

I. Subgrupo Políticas

1. Antecedentes y justificación

Es necesario que el sector pueda manifestar la posición de las organizaciones miembro del GR IFOAM-UE de forma rápida, oportuna y coherente en materia de políticas y acuerdos.

Se necesita elevar el perfil representativo y especializado del GR IFOAM-UE.

2. Objetivos

- Influir oportunamente en debates políticos de la UE y otros desarrollos técnicos más allá del Reglamento 2.092/91 (Seguridad Alimentaria, OMC, etc.).
- Reaccionar proactivamente para procurar un tratamiento estratégico a la agricultura y alimentos ecológicos en la UE, dentro de las políticas ambientales y de salud.
- Desarrollar y promover políticas de largo plazo para el sector ecológico en relación al futuro diseño y desarrollo de la PAC (Agenda 2003).

3. Resultados y metas

- Intercambiar puntos de vista, experiencias e información.
- Redactar y distribuir documentos de trabajo.
- Perfilar y promocionar los documentos sobre políticas del Grupo Regional de IFOAM UE.
- Representar las políticas del Grupo UE aprobadas por la JD.
- Establecimiento de una red de contactos nacionales con los gobiernos de los Estados miembros.
- Promoción de la concienciación y cooperación en las actividades políticas nacionales de las diversas organizaciones miembros de IFOAM.
- Incidencia en las instituciones de la UE (CE, Parlamento y Consejo) con ong's de la UE para políticas específicas o acciones legislativas.

II. Subgrupo de trabajo de Normas y certificación

1. Antecedentes

Las Regulaciones UE tienen amplio impacto en Europa y a nivel mundial, pero cuentan con pocos aportes efectivos de las partes afectadas.

Amplia experiencia dentro del Grupo Regional de IFOAM UE –considerado el principal cuerpo representante del sector ecológico de la UE–, tanto en AE como en el trabajo de lobby.

El Grupo Regional IFOAM UE desarrolló un buen trabajo y relación con la Comisión Europea (CE) y está siendo consultado regularmente por ésta, aspecto que debe ser reforzado.

Existen ahora Normas para producción animal y vegetal. Las Normas de ganadería son muy detalladas y difíciles de interpretar.

2. Objetivos

- Buscar equivalencia de la Reg. UE a las Normas Básicas de IFOAM.
- Fortalecer la relación del Grupo UE con la Comisión Europea.
- Buscar el reconocimiento de IFOAM como la organización que define normas y a IOAS para el control y certificación.
- Permitir y reconocer variaciones con normas regionales, según el principio de subsidiaridad.
- Todas las partes afectadas tienen mayor influencia en el proceso de establecer normas a través de consultas mejor estructuradas.
- Estar preparados para establecer nuevas áreas normativas, sin iniciarlas.

3. Resultados y metas

R1. Reconsiderar la interacción con la CE y el Comité del Artículo 14, siendo más proactivos en el contacto con la CE y fortaleciendo los contactos con los miembros del Comité del Artículo 14.
R. Formular posiciones en aspectos de procesamiento, inspección, importación, OGM's, vino, cobre, grupos de trabajo en ganadería, vino, elaboración, semillas.
R3. Acordar posiciones sobre la naturaleza futura de la regulación.
R4. Conseguir el reconocimiento de las Normas Básicas y el programa de acreditación de IFOAM

III. Subgrupo de trabajo de elaboración de productos ecológicos

1. Antecedentes

No hay criterios claros para la elaboración de alimentos en la regulación de la UE

La elaboración de productos animales no está cubierta todavía en la regulación UE.

El Codex Alimentarius discutirá la lista de aditivos y auxiliares tecnológicos par los productos animales y miel en abril 2000 (IFOAM y UE deben enviar sus comentarios hasta octubre 2000).

2. Objetivos

- Asegurar que la reglamentación de la UE es equivalente a las Normas Básicas de IFOAM en relación al procesamiento de productos.
- Informar a la CE y a los delegados del Comité del Artículo 14 sobre los criterios de IFOAM para el procesamiento de alimentos.
- Garantizar que en las reuniones con la CE se aborden estos temas, incluyendo la elaboración de productos animales.
- Ofrecer la cooperación en este campo a ambos estamentos, en colaboración con el Comité de Normas de IFOAM.
- Apoyar las revisiones del Reglamento UE 2.092/91, en relación al procesado, especialmente en productos animales; apoyar la normativa de elaboración de vino y aceite.

3. Resultados y metas

- Se incorpora los procedimientos y criterios de IFOAM en la evaluación de Aditivos y Auxiliares Tecnológicos en los alimentos y productos ecológicos y se incorporan en la revisión de UE Reg. 2.092/91.
- Una propuesta especializada de discusión entre el GR IFOAM UE y el CNB sobre aditivos y auxiliares tecnológicos para elaboración de productos animales (octubre 2000).

IV. Subgrupo de trabajo de investigación

1. Antecedentes

- Existe un importante vacío en el intercambio de información entre los investigadores y las instituciones responsables de la AE, a nivel de la UE.
- Hasta ahora la UE ha financiado un pequeño número de proyectos de investigación en AE.
- En general, los expertos que como evaluadores, seleccionados por la CE, para los proyectos de investigación en AE, conocen poco sobre el necesario enfoque de sistemas que precisa la AE.

2. Objetivos

- Promover la investigación con fondos de la UE para AE y alimentos ecológicos con trabajo de incidencia y lobby.
- Informar al sector europeo de AE sobre los nuevos proyectos y acciones en ejecución más importantes.
- Influir en la selección y evaluación de los proyectos de investigación con fondos de la UE y enfocar ésta sobre las prioridades del sector.

3. Resultados y metas esperados

- R1. Lograr que el Grupo IFOAM UE sea consultado por la CE, sobre las prioridades de investigación y en los proyectos específicos más relevantes.
- R2. Lograr que el Proyecto de Red Temática de Investigación en AE (ECODIS) y otros proyectos continúen siendo financiados (Período de Evaluación octubre - mayo 2001).
- R3. Organizar un Taller en la Conferencia de IFOAM con un consultor sobre financiamiento de Proyectos de la UE (final de agosto de 2000).
- R4. Organizar una reunión de integrantes potenciales del Proyecto ECODIS en Basilea, en la Conferencia de IFOAM 2000.
- R5. Obtener el financiamiento para el proyecto de red temática de investigación (ECODIS), en verano del 2001.

V. Subgrupo de trabajo de Ampliación UE

1. Antecedentes y justificación

Hay 12 países esperando acceder a la UE dentro de los próximos 5-10 años.

Muchos otros países cercanos están afectados por la UE y necesitan mantener relaciones con el Grupo de IFOAM UE.

La actual estructura (18 miembros en la JD) es funcional en su tamaño actual, pero necesita ser revisada con la futura ampliación.

Los países aspirantes deben comenzar a enviar observadores a reuniones de JD.

2. Objetivos y metas

- Diseñar, proponer a Asamblea General Regional del 2003, y poner en marcha una estructura abierta, democrática y ágil para el grupo UE de acuerdo a los principios de regionalización y políticas de IFOAM que sea funcional en el contexto de la ampliación UE.
- Cooperar con los miembros de IFOAM de los países aspirantes para obtener beneficios mutuos, en el proceso de ampliación.
- Orientar el trabajo hacia métodos de trabajo y procesos de toma de decisiones de la JD ampliada, el papel de los subcomités, las sectoriales (interprofesional), representatividad, estatutos de observador, invitados.

3. Resultados y tareas

- R1. Revisar estructura y proponer enmiendas de estatutos (feb. 2001).
- R2. Elaborar 2º borrador a ser considerado en reunión de JD del GR UE (oct. 2001).
- R3. Circular propuesta entre miembros de IFOAM UE y otros países europeos y entre las estructuras de IFOAM para consulta (enero 2002).

- R4. Elaborar un borrador final para ser considerado por la JD R (oct. 2002).
- R5. Preparar nuevos estatutos para someterlos a Asamblea Regional (feb. 2003).

VI. Comités de Trabajo

a. Interpretación exclusión de OGM's

1. Antecedentes

El R. UE 1.804/1999 dice que los OGM's y sus derivados no son compatibles con los métodos de producción «ecológicos».

Hay que mantener la confianza del consumidor en la producción ecológica, significa evitar el uso de los OGM'S en la AE.

Las Normas Básicas de IFOAM recuerdan que la ingeniería genética no debe utilizarse en la producción o elaboración ecológica.

Según Ifoam «los organismos certificación y normadores deberán establecer regulaciones y hacer esfuerzos para que los organismos procedentes de la ingeniería genética y sus derivados no son utilizados en la producción o elaboración ecológicos».

El impacto de estas disposiciones no está claro y la definición en el R. 1.804/1999 no está jurídicamente bien fundamentada, ni su alcance definido.

El R. 1.804/1999 permite delimitar un umbral máximo para la contaminación, que no debe ser excedido.

La legislación sobre liberación y etiquetado de ogm's no está necesariamente complementada con el no uso de ogm's.

2. Objetivos

- Establecer un entendimiento común sobre la envergadura del no uso de ogm's entre grupos de UE y los miembros del GT Ing Genética de IFOAM (GEWG).
- Alcanzar un punto de vista común sobre los niveles umbrales.
- Promover la discusión en este tema como expertos en GT de UE del CArt 14.
- *Introducir mecanismos y sistemas de detección sencillos para técnicos, consumidores y productores.*

3. Resultados y metas esperados

R1. Discusión de la propuesta de interpretación de 1.804/1999 en el GR IFOAM UE.
R2. Discusión de propuesta de interpretación y alcance de 1.804/1999 y NB de IFOAM en GT Ingeniería Genética (GEWG).
R3. Acordar posición sobre los niveles de umbrales.
R4. Invitación al GT Artículo 14 sobre ogm's (primavera/verano 2001).

b. Oficina de Bruselas

1. Antecedentes

La AE todavía no está suficientemente incorporada en la política europea.

Otros grupos tienen presencia y hacen trabajo de «incidencia» en Bruselas, que pueden conducir a resultados que no deseamos.

Se necesita tener capacidad de respuesta rápida y coherente de las organizaciones miembros del Grupo de IFOAM-UE, ante políticas clave y para establecer acuerdos.

Hay oportunidades para poder cooperar con posibles aliados, como por ejemplo ong's ambientalistas, o de alimentos de calidad, de pequeños agricultores, seguridad alimentaria…

2. Resultados esperados

R1. Describir una descripción del trabajo para la persona que coordinará la oficina del Grupo UE en Bruselas (finales del 2000).
R2. Encontrar una oficina en el centro de Bruselas.
R3. Recoger financiamientos para el proyecto (2001).
R4. Seleccionar la persona adecuada para ese trabajo.

c. Comité de Trabajo Finanzas

1. Antecedentes y justificación

Los estatutos y objetivos del GR UE han cambiado, en el sentido de orientar el trabajo hacia la consolidación de una base financiera estable para realizar sus actividades.

Por ello, el trabajo del Grupo IFOAM UE requiere establecer mecanismos para recaudar fondos provenientes de cuotas de organizaciones miembro europeas (UE y países de la CEE, públicos o privados), o para asuntos específicos o basados en proyectos, y fondos de la DG Agri y DG Medio Ambiental «Fondo del Núcleo Ambiental», así como donaciones privadas.

Hasta ahora, los costos ocasionados por los representantes y sus actividades han sido asumidos por organizaciones miembro nacionales con sus propios canales de recaudación. Sin embargo, no todos los países tienen la misma facilidad para conseguir fondos para este tipo de actividades internacionales, hecho que obliga a desarrollar y establecer mecanismos variados que permitan llevar a cabo las reuniones y otras actividades del grupo. En el futuro además el grupo está interesado en participar en seminarios, reuniones y en acciones de incidencia en los centros de decisión públicas y privadas.

Para ello, deben resolverse algunos problemas, de los que se desprenden tareas:

- Forma de recaudación de cuotas. Para mecanismos de financiación nacionales (cuotas de membresía y de país) funciona mejor vía organizaciones nacionales claves, como asociaciones de agricultores (Sondeo del Tesorero en cooperación con representantes nacionales).

- Vacío en el conocimiento sobre cómo obtener financiamiento de la UE (Asesoría privada).
- Aspectos legales del tráfico de fondos entre países (Consulta con expertos de IFOAM).

2. Objetivos y estrategias

Los niveles de objetivos son:

- Administración y recursos para reuniones, seminarios e invitaciones ocasionales (en foros importantes), establecer objetivos de corto plazo.
- Pago de administrador: a tiempo parcial como consultor u oficina de venta de servicios profesionales (lobbing) *objetivo largo plazo.*
- Oficina de GR UE: Oficina de trabajo a tiempo completo (*objetivo largo plazo).*

La estrategia de financiamiento del GR UE se basa en conseguir financiamiento a nivel nacional e internacional y se dirige a conseguir fondos permanentes, sólidos y estables para grupos de actividades y desarrollo de tareas, para lo cual:

a) Los miembros del Grupo UE deben tomar una iniciativa en conseguir financiamiento. La cuota de membresía (a IFOAM y al Grupo UE) debe llegar a tiempo. Para ello, debe ser presentado y explicado el trabajo del GR UE en cada país, a los sectores clave y de decisión tanto públicos y privados.
b) Fondos de fuentes no nacionales (UE, fundaciones privadas, órganos de cooperación, etc.). La búsqueda de fondos nacionales debe ser dirigida en cada país por los representantes. Para los fondos internacionales la mayor responsabilidad recae en el Presidente, Vicepresidente y Tesorero.

3. *Resultados y metas*

- Posibilidades de financiamiento y cooperación UE con fondos europeos.
- Colaboración con JDM IFOAM y oficina central en otras agencias.
- Establecimiento de contactos nacionales con organizaciones miembros de IFOAM.
- Sondeo informativo con DG Agri y DG Ambiental y Mº Nacional Agricultura y M. Ambiente.
- Contactos con organizaciones internacionales de agricultores (COPA, etc.).

Impacto socioeconómico del desarrollo rural en España

XAVIER SIMÓN FERNÁNDEZ[1], M. DOLORES DOMÍNGUEZ GARCÍA[2], ANTONIO M. ALONSO MIELGO[3]

[1] Doctor en Economía. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Vigo. Lagoas Marcosende s/n 36200. Vigo. E-mail: xsimon@uvigo.es
[2] Doctorando en Economía. Departamento de Economía Aplicada. Universidade de Vigo. Lagoas Marcosende s/n 36200. Vigo. E-mail: ramstein@uvigo.es
[3] Ingeniero Agrónomo. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004. Córdoba. E-mail: ec1almia@uco.es

RESUMEN

El fracaso del modelo agrario modernizador que ha dominado la economía, ciencia y política europeas durante las últimas décadas ha promovido numerosos intentos por definir nuevas líneas de desarrollo dentro del mundo rural. El desarrollo rural se ha presentado como la solución natural a este verificado fracaso sobre todo después de la reforma de la PAC en 1992.

Este trabajo se va a centrar en aquellas actividades en las cuales los agricultores y ganaderos son actores activos, dado el significado que hoy en día adquiere este sector para la redefinición política de sus funciones. Partiendo de un nuevo paradigma de DR, este trabajo muestra un intento de valoración socio-económica del DR rural español. De esta manera el DR se asimila al Extra Valor añadido generado a través de un conjunto de actividades, cuya naturaleza implica una reconfiguración en las relaciones entre los sistemas agrarios y el conjunto socioambiental en el que se desarrollan. El extra empleo generado también se considera una buena medida de la habilidad de las diferentes actividades para fijar población rural, siendo éste uno de los objetivos del desarrollo rural.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha habido numerosos intentos de definir nuevas líneas de desarrollo para el mundo rural europeo motivado, principalmente, por la constatación del fracaso del modelo modernizador que ha dominado la política, la ciencia y la economía agraria europea durante décadas. El relativo fracaso de las experiencias agrarias más intensivas, orientadas exclusivamente hacia la obtención de una mayor productividad, expresado en la consecuente pérdida de renta, y el olvido de cuestiones de sustentabilidad agraria y medioambiental, que ha generado importantes problemas ecológicos, son parte del marco histórico que precipita la incipiente reformulación de la política agraria y del posterior avance del DR.

Principalmente desde la reforma de la PAC de 1992, el Desarrollo Rural (DR en adelante) se ha presentado como la salida natural a ese constatado fracaso. Sucintamente, el DR es presentado como un nuevo eslabón en el desarrollo agrario que ya no apuesta por la reducción de la fuerza de trabajo, que reconoce valores positivos en la gestión agraria más allá del resultado exclusivamente productivo y que, finalmente, puede servir para atenuar los numerosos problemas ambientales de la producción agraria.

Aunque son muchas las actividades que pueden enmarcarse dentro de este enfoque de DR, el presente trabajo se va a centrar en aquellas actividades cuyos sujetos activos son los agricultores y ganaderos, dada la importancia que tiene para este sector la redefinición política de sus funciones en la actualidad. De acuerdo con la definición dada por Ploeg[1] (2001) podemos entender el DR como una reconfiguración de las relaciones entre la agricultura y su entorno social, técnico y natural, en tres dimensiones diferentes que permitan «ampliar» (*broadening*), «profundizar» (*deepening*) y «reestructurar» (*regrounding*) lo que se consideraba la agricultura convencional, exclusivamente orientada a la producción de alimentos (ver figura 1 del Anexo).

El trabajo que presentamos aquí, muestra, a partir de los resultados de un proyecto europeo[2], un intento de valoración socioeconómica del DR en el Estado español. Para ello asimilamos el DR con el extra valor añadido generado a través de un conjunto de actividades económicas –ver tabla 1–, cuya naturaleza implica esa reconfiguración de las relaciones de los sistemas agrarios con el entorno socioeconómico y ambiental en el que se desenvuelven. El impacto está medido también en términos de extra empleo generado, en la medida en que ello permite la fijación de población en el mundo rural, uno de los objetivos que persiguen las diferentes políticas de DR europeas.

La búsqueda de un objetivo tan ambicioso, como medir por primera vez el DR en el Estado español, no ha estado exenta de dificultades metodológicas, siendo las más importantes: la inexistencia de datos estadísticos sobre algunas actividades de reciente implantación, la descentralización administrativa de España que obliga a buscar información en diecisiete Comunidades Autónomas y la inexistencia para algunas actividades de estudios específicos que permitieran estimar con un grado aceptable de fiabilidad su impacto socioeconómico.

Por otra parte, el análisis se ha hecho para un año concreto (1998) lo que, en cierto modo, limita su representatividad. Así, esta primera aproximación a la valoración del DR en España debe tomarse como un punto de partida para posteriores trabajos, y sus limitaciones podrán ser superadas en la medida que nuevos equipos multidisciplinares retomen el trabajo.

Hechas estas salvedades, a continuación se analiza el impacto social y económico en términos de Extra Valor Añadido Neto (VAN) y extra empleo generados de diferentes actividades de DR. Como colofón a este apartado se muestran los resultados de agregar el impacto de todas las actividades analizadas.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL DR EN ESPAÑA

Cuestiones teóricas sobre el DR como reconfiguración de la agricultura convencional

Partiendo de la definición de DR expuesta en la introducción del trabajo, vamos a analizar diferentes actividades agrarias y no agrarias, que se encuentran dentro de las tres dimensiones de profundización, ampliación y reestructuración que permiten una reconfiguración de la agricultura convencional. Como ya hemos dicho, el impacto se ha traducido en términos de Extra VAN y Extra empleo. Para ello se ha partido, según el tipo de actividad, de los siguientes supuestos.

En el caso de las actividades que conforman la «**profundización**» de la agricultura convencional se ha considerado que estas actividades permiten generar una renta y empleo extras –hablaremos por tanto de incremento de Valor Añadido (VA) y empleo–. El diferencial de renta y empleo ha sido obtenido a partir de la diferencia entre el VA y empleo generados por tales actividades y sus homólogas convencionales.

En el caso de las actividades que «**amplían**» la dimensión de la agricultura convencional, el extra VA generado se obtiene en unos casos, a través de la cuantificación de las transferencias concedidas al agricultor. Estas transferencias se consideran valor añadido extra en su conjunto, porque están concebidas para «premiar» conductas productivas acordes con ciertos parámetros ambientales, uno de los pilares del DR. En el caso del agroturismo, que se incluye en este grupo, se trata de un VA que hasta ahora no había sido considerado como agrario. Pasa a ser considerada parte de la renta agraria al ser generado por agricultores y agriculturas que obtienen rentas en otras actividades productivas, del sector servicios o del industrial.

Por último, la «**reestructuración**» de los factores de producción, que permiten las estrategias de reducción de costes y la agricultura a tiempo parcial, conlleva también un incremento de la renta y empleo agrarios como veremos, pero en este caso estaremos hablando de renta agraria disponible y no simplemente de renta agraria.

Los siguientes apartados hacen un repaso del impacto en términos de renta y empleo para cada subgrupo o dimensión del DR y para cada una de las actividades incluidas en ellos. Las tablas 1 y 2 recogen los resultados para cada escala del análisis.

Resultados del análisis para cada una de las dimensiones

La tabla 1 recoge los resultados para cada una de las tres dimensiones del DR que hemos analizado y que son comentados en detalle en los siguientes subapartados.

Tabla 1. Importancia socio-económica del DR por actividad

	VAN (Euro)	VAN (%)	Empleo (N)	Empleo (%)	Explotaciones (N)	VAN/N
Agricultura ecológica	41.574.132	7,35	281	0,03	7.392	5.624
Producción de calidad	141.982.214	25,09	2.386	0,27	223.655	635
Circuitos cortos de comercialización	262.181.902	46,34	24.276	2,70	90.000	2.913
Subtotal profundización (P)	**445.738.248**	**78,78**	**26.943**	**3,00**		
Agroturismo	8.807.893	1,56	2.537	0,28	2.180	4.040
Diversificación	40.151.000	7,10	7.125	0,79	40.578	989
Manejo de naturaleza y paisaje	71.095.729	12,57	821	0,13	52.479	1.355
Subtotal ampliación (A)	**120.054.622**	**21,22**	**10.790**	**1,20**		
Subtotal (P + A)	**565.792.870**	**100,00**	**37.733**	**4,20**		
Reducción de costes	1.476.773.634	15,87	136.508	15,20	287.814	5.131
Agricultura a tiempo parcial	7.829.519.162	84,13	723.734	80,60	346.730	22.581
Subtotal re-estructuración	**9.306.292.796**	**100**	**860.242**	**95,80**		

Fuente: Adaptado de los resultados de la matriz del proyecto FAIR – CT 98-4288

Dimensión de Profundización de la Agricultura Convencional / Deepening

Dentro de este ámbito se incluyen aquellas actividades *que primariamente reconfiguran la posición de la agricultura en la cadena agroalimentaria.* En concreto para este estudio se han analizado la agricultura ecológica, los productos bajo alguna denominación de calidad y los canales cortos de comercialización.

La ***agricultura ecológica*** es una actividad relativamente reciente en España, que se encuentra en pleno proceso de expansión: se ha pasado de 4.235 Ha en 1991 a 380.920 Ha en 2000 (ALONSO MIELGO y col., 2002). La agricultura orgánica está regulada por el Reglamento (CE) 2.078. La normativa española básica es el Real Decreto 51/95 y cada Comunidad Autónoma ha desarrollado su propia normativa básica. A pesar de ello y aunque existen diferencias importantes entre regiones, la agricultura orgánica ha tenido, en general, poco apoyo institucional: bajos pagos compensatorios, escasa investigación, falta de servicios de extensión, etc. No obstante, el impacto socioeconómico de esta actividad comienza a ser importante: ha generado 281 extra empleos y un extra renta agraria de más de 41 millones de euros (generando el 7,35% del nuevo extra valor de las dimensiones de profundización y ampliación), lo que significa 5.624 e adicionales por explotación implicada en 1998.

La segunda actividad dentro de la dimensión de profundización es la ***Producción de Calidad*** que se refiere a aquellos productos específicos bajo Denominaciones de Origen y Producción Garantizada (PDO y IPG). Las políticas que apoyan esta actividad incluyen la protección bajo las regulaciones comunitarias, 2.081/92, 2.082/92, 823/87 y 1.493/99. No obstante, aunque existe esta legislación específica sobre productos bajo DO y PG, la actividad no está totalmente dirigida desde el ámbito político. De hecho, las principales fuerzas impulsoras de la producción de calidad son más bien la iniciativa privada y el interés del agricultor y ganadero por buscar productos de mayor calidad alimentaria, así como su necesidad por incrementar los ingresos derivados de la actividad.

En la tabla 1 se puede observar que la producción de calidad es la más común entre las Unidades Productivas (UP) que realizan actividades de Profundización y de Ampliación. Realizar actividades productivas bajo un sistema especial de producción de calidad permite generar un extra empleo de 2.386 personas e incrementar la renta agraria de la agricultura en cerca de 142 millones de euros, el equivalente a la cuarta parte del extra valor añadido generado por las actividades de profundización y de ampliación. Por otra parte, ello permite incrementar el valor añadido por UP en 635 euros al año. Este relativamente bajo valor medio unitario está muy relacionado con la circunstancia de que parte de las producciones amparadas bajo distintivos de calidad es vendida como producción convencional[3] (al estar en pleno proceso de búsqueda y/o creación de mercados), perdiendo el valor añadido del distintivo. A pesar de ello, es evidente que el productor dejaría de ingresar esa cantidad si toda la producción de calidad fuese convencional, no amparada por la normativa. Por su parte, la existencia de una larga tradición en sistemas de protección de las producciones alimenticias (el Estatuto del Vino de 1932 regula por primera vez la utilización de las denominaciones de origen en España), las excelencias de la gastronomía en climas mediterráneos y el hecho de ser España un Estado con vocación turística (factor que internacionaliza el consumo), explican la importancia que tiene este campo en relación con el número de UP que la realizan.

Los ***circuitos cortos de comercialización*** pueden ser considerados como reductos del pasado que han persistido al avance de las megacadenas alimenticias y que, actualmente, parece que están recobrando parte del protagonismo perdido (KNICKEL y col., 2002). Aunque la venta direc-

ta podría estar relacionada con la producción orgánica y de alta calidad y por lo tanto sus políticas deberían estar interrelacionadas, en términos reales el desarrollo de estas cadenas cortas está sometida a un vacío legal en España. De hecho, las principales fuerzas impulsoras las encontramos a nivel de la explotación: la obtención de mayores precios como resultado de la eliminación de intermediarios y el interés en establecer un contacto directo tanto por parte del consumidor como por parte del productor en busca de una mayor confianza y conocimiento del producto.

A través de la venta a domicilio y callejera, en mercadillos y en la explotación, los productores se apropian de un extra valor de 262 millones de euros (la mayor contribución relativa, 46%, al extra valor de las actividades de profundización y ampliación), lo que permite generar 24.276 empleos adicionales. El incremento de ingresos por explotación es superior a los 2.900 euros, lo que permite afirmar que, el incremento del control del mercado por los propios productores, se traduce directamente en mayores rentas en el medio rural que, de otra forma, serían captadas por mayoristas, comerciantes al por mayor y comerciantes al por menor. Las implicaciones ambientales de esta actividad están relacionadas con el menor consumo energético (y la consiguiente contaminación), al recorrer menor distancia los productos, y con el mayor acercamiento (en muchos casos existe un contacto directo) entre productor y consumidor, que hace que este último exija productos de calidad, «obligando» a aquél a emplear prácticas agrarias poco intensivas (menor uso de agroquímicos, mayor presencia de variedades tradicionales y razas autóctonas, etc.) para conseguir la diferenciación del producto exigida.

Estas tres actividades que configuran el ámbito de la profundización del objetivo de la agricultura convencional se muestran promisorias de cara a impulsar el desarrollo rural: en la actualidad representa más de las 3/4 partes del extra valor generado por el conjunto de actividades que configuran los subconjuntos de profundización y ampliación. Su fomento puede contribuir a incrementar la importancia relativa del DR dentro del Estado español.

Dimensión de Ampliación de la Agricultura Convencional / Broadening

El Broadening se refiere a las actividades que dentro de la explotación no están exclusivamente dirigidas a la producción de alimentos o relacionadas con la producción primaria convencional. A través de la realización de tales actividades las fuentes de ingreso de la explotación se amplían (no sólo provienen del mercado alimentario) y se crea nuevo empleo.

Las actividades agrarias analizadas dentro de la dimensión de Ampliación de la agricultura convencional son el agroturismo, la diversificación (forestación de tierras agrarias) y el manejo de la naturaleza y el paisaje (medidas agroambientales y rutas históricas de ganado / Trashumancia). Estas actividades amplían las funciones que los agricultores venían desempeñando en el mundo rural, apareciendo la figura del agricultor como oferente de servicios y conservador del patrimonio natural.

En el caso de ***agroturismo*** hablamos de prestación de servicios (generalmente alojamiento y comida, aunque puede haber otras) junto con actividades agrarias de cualquier tipo. Es una actividad reciente que se encuentra en proceso de expansión, existiendo diferencias notables entre regiones e incluso zonas, según el apoyo institucional (legislativo y económico), las particularidades del entorno (recursos naturales, arquitectura, tradiciones culturales), la capacidad de hacer atractivas las labores agrarias a los clientes, la posibilidad de realizar otras actividades recreativas en la zona o en lugares cercanos y la calidad del servicio (FUENTES GARCÍA, 1995;

COAG, 2000). El Ministerio de Turismo ha jugado un papel fundamental apoyando el desarrollo del turismo rural junto con el de asociaciones regionales de turismo regional y de montaña o con sindicatos agrarios (COAG). También los programas LEADER y los grupos de acción local han jugado un papel significativo en el desarrollo del turismo rural a nivel local también. De hecho los LEADER I y II han dedicado el 51% y el 16% de sus respectivos presupuestos para el turismo rural.

Se ha estimado que el agroturismo reporta al mundo rural 8,8 millones de euros de extra valor (el extra valor generado por el agroturismo es el que menor importancia relativa tiene en el conjunto de actividades de profundización y ampliación, al situarse en el 1,5% del extra valor total), lo que supone que cada una de las 2.180 explotaciones agrarias implicadas obtienen por esta actividad poco más de 4.000 euros, que se vienen a sumar a la renta procedente de otras actividades agrarias que esté realizando. El empleo generado por el agroturismo se estima en 2.537 UTAs. El mantenimiento de un equilibrio entre agroturismo y actividad agraria es, probablemente, la principal debilidad detectada; cuando los beneficios de la primera superan a los de la segunda, se producen en algunos casos el abandono de la actividad agraria. Si esto se produce de forma generalizada en una zona determinada puede incluso tener efectos negativos para el turismo, ya que se puede perder el atractivo del paisaje agrario (mosaicos diversificados de cultivos, razas y variedades autóctonas que han dado lugar a productos típicos de calidad, deterioro de terrazas y acequias tradicionales, destrucción de molinos de agua y viento…) y, con él, el atractivo turístico de la zona. Esto que acabamos de comentar también está relacionado con el aspecto ambiental del agroturismo. En efecto, cuanto menos intensivas son las prácticas agrarias que se realizan en las explotaciones, mayor atractivo tienen, por lo que se puede intuir que el agroturismo puede estar contribuyendo a disminuir los efectos negativos de la actividad agraria sobre los recursos naturales.

El campo de ***diversificación*** incluye la forestación de tierras agrarias, actividad que ha tenido una gran acogida, siendo más de 40.000 las explotaciones que la han realizado en 1998. En España, el programa de reforestación ha sido totalmente guiado desde el ámbito político, regulado por la legislación europea Reglamento (CEE) 2.080/92, C(94) 953/13; y por el RD español RD 378/93 y 152/96.

Aunque la forestación de tierras agrarias puede ser considerada como una fuente de rentas que sustituye a otro uso de la tierra, en el caso español se puede afirmar que no es así. Son nuevas rentas, ya que el 75% de la tierra sustituida por especies forestales era tierra no cultivada (MAPA, 1998). En consecuencia esta actividad genera 87 millones de euros de extra valor en el año 1998 (suponiendo casi un 7% del extra valor total procedente de las dimensiones de profundización y ampliación), lo que supone una media de casi 1.000 euros por explotación. No obstante, es necesario aclarar que esta renta adicional proviene de pagos compensatorios que las instituciones otorgan a los propietarios de tierras agrarias para pasarlas a terreno forestal. Aunque esto puede parecer en un principio una «ambientalización positiva» de la agricultura, también se están produciendo efectos perversos. En efecto, aunque en pequeña proporción, algunos suelos con una gran «capacidad de uso», es decir, suelos de alta calidad para la actividad agrícola, se están convirtiendo en tierras forestales. Por otro lado, las nuevas plantaciones realizadas con especies de rápido crecimiento se están manejando de una forma intensiva, por lo que se está incrementando el efecto negativo sobre los recursos naturales con respecto al uso previo del suelo. Es necesario, por lo tanto, establecer nuevos esquemas de reforestación que necesitan una perspectiva más medioambiental, enfocada en especies que tengan menos impactos negativos sobre los recursos naturales.

La última actividad que conforma el subconjunto de ampliación dentro del DR es el ***manejo de la naturaleza y el paisaje***, donde se incluyen las medidas agroambientales diseñadas dentro de las medidas de acompañamiento de la PAC.

El manejo de la naturaleza y paisaje en la forma de esquemas agromedioambientales ha sido totalmente conducido desde el ámbito político en España, siendo el Reglamento (CE) 2.078/92 la principal fuerza impulsora. El Ministerio de Agricultura y los Departamentos de Agricultura son las instituciones más influyentes. Las políticas y medidas agroambientales han tenido un fuerte impacto en España, que se ha visto no obstante reducido por ciertas debilidades en su implementación –retraso en los pagos, sobre-suscripción y baja financiación.

Se ha estimado que en este campo de actividades se han generado 71 millones de euros de extra valor (casi el 13% del extra valor total generado por la ampliación y la profundización),lo que implica casi 1.355 euros de extra valor para cada una de las UP implicadas en estas actividades. Al igual que ocurre en el caso anterior (reforestación), las explotaciones que están realizando medidas agroambientales obtienen una renta agraria adicional proveniente de pagos compensatorios que la sociedad les concede por desintensificar su producción, pudiéndose producir algunas disfuncionalidades. Desde el punto de vista económico, se incrementa la dependencia de estas explotaciones de ayudas públicas, teniendo además que hacerse cargo la sociedad del coste de controlar la realización correcta de las prácticas agrarias. Desde la perspectiva ambiental, estas actividades no parecen conformarse como soluciones para zonas que están ya degradadas, dado su carácter voluntario.

De lo anterior se deduce que estas actividades, complementarias a otras derivadas de la actividad agraria, están generando un impacto socioeconómico positivo, aunque de menor importancia relativa que las actividades de DR que forman parte de la dimensión de profundización. Efectivamente, la contribución de las actividades de ampliación al extra valor total, al DR, no alcanza el 22%. Sin embargo, es necesario relativizar este resultado, ya que como apuntamos anteriormente, existe un conjunto de nuevas actividades (cultivos energéticos, procesado en finca…) que no se han contemplado en este apartado por su carácter incipiente, pero que pueden impulsar notablemente la componente de ampliación del DR en un futuro próximo.

Dimensión de Reestructuración de la Agricultura Convencional

Dentro de la dimensión de reestructuración consideramos las estrategias de reducción de costes y la agricultura a tiempo parcial, como «actividades» de DR, en la medida en que permiten una redistribución de los factores productivos (capital y trabajo), de manera que se genere una renta y empleos mayores dentro de la UP.

La ***reducción de costes***, como una de las actividades[4] que conforman el DR, se puede definir como el conjunto de iniciativas encaminadas a obtener ganancias en renta disponible mediante estrategias de reducción de costes de producción. Esto es, mediante reasignación del factor trabajo, la búsqueda de mejores sistemas de financiación o mediante la reducción de los costes de alquiler de capital fijo, los agricultores pueden mejorar su renta disponible, sin que ello exija necesariamente el incremento de la renta agraria.

Los datos sobre estrategias de reducción de costes se han obtenido a través de una encuesta[5] realizada en el ya mencionado proyecto europeo. Ello permitió estimar en 1.476 millones de euros el incremento de la renta disponible obtenido por las casi 288.000 UP implicadas en esta actividad. En media, cada una de ellas incrementa su renta final en algo más de 5.100 euros al año.

La última «actividad» que trataremos es la ***agricultura a tiempo parcial.*** La nueva concepción del papel de los ecosistemas rurales ha revalorizado la obtención de rentas fuera de la UP, en la medida en que diversifica las fuentes de ingreso de la UP y permite niveles de integración urbano-rurales que pueden generar interesantes sinergias en la movilización de los recursos existentes. Por una parte, la complementación permite que la parte más débil, el campo, se sostenga con procesos de constante ocupación humana. Por otra, el estrechamiento de los vínculos ciudad-campo puede generar dinámicas de intercambio locales, más seguras y eficaces. Por todo ello, la agricultura a tiempo parcial aparece hoy como una gran opción para el desarrollo del mundo rural y sería necesario establecer medidas desde el ámbito político e institucional que la apoyasen, partiendo de la consideración de que la agricultura a tiempo completo ya no es más la única manera de vivir de la agricultura. De hecho, la agricultura a tiempo parcial puede generar sinergias medioambientales importantes al promover sistemas menos intensivos y la preservación del paisaje. Además este tipo de agricultores a tiempo parcial están contribuyendo al mantenimiento de la actividad rural, puesto que estas explotaciones se verían abocadas al abandono.

Los cálculos realizados para obtener la cuantía de rentas extraagrarias procedentes de la aplicación de factores productivos en esas actividades se han realizado a través de la escasa bibliografía que en el Estado español analiza la presencia de esta actividad, a partir de un dato de partida de VA generado por explotación según el porcentaje de ingreso extraagrario para el año 1965, actualizándolo para el año 1998 según el número de titulares y cónyuges que tienen otra actividad lucrativa.

La cuantía de estas rentas alcanza los 7.829 millones de euros, lo que representa un 84% del extra valor generado por las actividades de reestructuración de los factores productivos. La toma en consideración de estas rentas extraagrarias provoca que la renta familiar total se incremente hasta los 20.384 millones de euros. Según nuestros cálculos el 28.7% de las explotaciones españolas realizan algún tipo de actividad extraagraria, lo que supone un extra valor medio 22.581 euros por explotación y año.

2.3. El Desarrollo Rural Agregado

La Tabla 2 muestra el impacto socioeconómico del DR agregado en España en 1998. De esta manera es posible observar un grupo de actividades y distinguir cuáles de ellas son responsables en mayor medida de la evolución del DR. Ahora bien, para agregar el impacto es necesario realizar una serie de ajustes en las cifras ya comentadas anteriormente, ya que su significado puede ser diferente, según la actividad de que se trate. Recordemos que hemos evaluado la importancia socioeconómica del DR de acuerdo con el Extra VAN y el empleo generados por diferentes actividades agrarias. Sin embargo, a pesar de que para cada actividad de las dimensiones de «profundización» y «ampliación» se ha obtenido este Extra VAN, en el caso de las actividades de reestructuración, lo que tenemos en realidad es renta agraria disponible. Por lo tanto, debemos transformar el Extra VAN de estas actividades en Renta Familiar Disponible (RFD), macromagnitud que está disponible en las estadísticas oficiales. Así pues, aplicaremos al Extra VAN obtenido en las dimensiones de profundización y ampliación, el porcentaje que representa la RFD sobre la Renta Agraria (VAN) en España en 1998 (MAPA, 1999) –el 73,7%–. Una vez que tenemos la importancia económica de cada actividad en términos de RFD, podemos agregarlas.

Tabla 2. Importancia socioeconómica del DR agregado en el Estado español en 1998

	DR como RFD (€)	SUBTOTAL / TOTAL DR (%)	SUTOTAL / TOTALRFD (%)
Subtotal de Profundización	328.469.201	3,37	1,62
Subtotal de Ampliación	88.469.513	0,91	0,4
Subtotal de Reestructuración	9.306.292.796	95,59	45,83
DR Total	9.735.455.702	100	47,95
Renta Familiar Total (RFT)	20.304.019.162		100

Fuente: Adaptado de los resultados de la matriz del proyecto FAIR – CT 98-4288

Como ya habíamos sugerido, las actividades de reestructuración son las que están generando un mayor Extra VA dentro del DR. En términos de RFD, las estrategias de reducción de costes y el ingreso extraagrario representan más del 95% del Extra VA de DR. Algo más del 3% del incremento se debe a las actividades de profundización y apenas un 1% a las de ampliación.

La Tabla 2 también nos permite relativizar la importancia del nuevo paradigma de desarrollo dentro del conjunto de la actividad agraria, ya que éste representa en el Estado español el 47,9% de la RFT en 1998. Es decir, el 52% de las rentas obtenidas en el mundo rural son imputables a actividades productivas que reproducen enteramente el paradigma convencional de desarrollo agrario impulsado durante décadas por las políticas agrarias nacionales o de la UE.

CONCLUSIONES

El nuevo paradigma de DR se presenta como una respuesta a la crisis agraria incluyendo diferentes actividades de naturaleza agraria y no agraria, pero desarrolladas por agricultores y ganaderos, gracias a sus efectos positivos tanto a nivel económico, como social y medioambiental. Es la constatación de que el DR debe reconocer valores más allá de los estrictamente productivos dentro de la actividad agraria.

En la sección anterior se han mostrado los principales resultados derivados del análisis de nuevas y de ya conocidas actividades agrarias. La importancia del DR agregado resumido en la Tabla 2, nos permite afirmar que de acuerdo con la metodología utilizada, las actividades de DR tienen de momento menor importancia que las convencionales. Esto significa que las políticas de DR, aunque han sufrido profundas transformaciones,continúan estando orientadas a las explotaciones más intensivas y modernizadas. A raíz de la entrada en la UE y debido a la irregular evolución que las estadísticas oficiales muestran de la renta agraria en términos macroeconómicos, debido asimismo a la evolución de los precios del sector que acaban restando capacidad de compra al agricultor, tanto éste como los gobiernos comienzan a buscar alternativas para obtener un mayor ingreso. Además los recientes escándalos agroalimentarios han fomentado una mayor concienciación entre los consumidores que se han vuelto más exigentes en términos de calidad y salud alimentaria.

Este trabajo presenta diferentes actividades que tiene la virtud de generar mayores rentas y empleo en el ámbito rural pero no se puede concluir que exista un cambio en los patrones dominantes en los que el DR se circunscribe casi completamente a una mayor producción. De hecho asistimos a problemas importantes en las diferentes actividades analizadas: el dinero de los pagos compensatorios es escaso y no llega a tiempo (diversificación y manejo del paisaje), ape-

nas existen políticas que fomenten estas actividades o se promueven otras que les afectan negativamente (circuitos, agricultura a tiempo parcial). Aunque no podemos negar que en otros casos sí existe este apoyo institucional: producción de calidad, agroturismo, estrategias de reducción de costes a través del apoyo al manejo integrado de pestes.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que en España existen 17 Comunidades Autónomas que presentan una gran diversidad natural y política, lo que hace difícil homogeneizar y generalizar las medidas que se deban tomar.

Es necesario definir nuevos sistemas productivos y de consumo. El resultado final no tiene que ser un mundo rural dual: por un lado, una agricultura convencional que repite el modelo de modernización con producciones homogéneas y externalidades negativas de carácter económico, social y ambiental, aunque atenuados por mecanismos de política agraria previamente fijados; y por otro lado, una agricultura que produce calidad, más empleo y renta y que ha sido implementada con criterios medioambientales previamente fijados. El resultado final debe ser un mundo rural diverso, donde tengan cabida las mejoras sociales y económicas y además el concepto de sustentabilidad medioambiental sea una realidad.

BIBLIOGRAFÍA

COAG (2000). *Agroturismo*. Coordinadora de organizaciones de agricultores y ganaderos. Madrid

FUENTES GARCÍA, R. (1995). *El Turismo Rural en España. Especial referencia al análisis de la demanda*. Instituto de Estudios Turísticos. Madrid.

FAIR (CT98-4288) (1998-2002). *The Socio-Economic Impact of Rural Development Policies: Realities and Potentials.* Second Consolidated Progress Report.

GARCÍA ARIAS, A.I. (2001). «As medidas agroambientais e a súa repercusión sobre a producción bovina en Galicia: Unha perspectiva comparada». En *IV Coloquio Hispano-Portugués de Estudios Rurales*. Santiago de Compostela, 7-8 de junio de 2001.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) (1998). *Hechos y cifras del sector Agroalimentario, 1998.* MAPA. Madrid.

KNICKEL, K.H.; HOF, S. (2001). Farmer markets in the city of Frankfurt. Case Study (CS) DE-3 del proyecto europeo FAIR – CT98 – 4288. Enero 2001. No publicado.

SURVEY ON RURAL DEVELOPMENT (2001). Produkt + Markt. Germany (FAIR-Project CT98-4288).

PLOEG VAN DER J.D.; RENTING, H. (2001). *Farming Economically and the consolidation of low-external input agriculture.* Rural Sociology Group. Wageningen Agricultural University. Case Study NL1. January 2001 (FAIR-Project CT98-4288).

WILSON, S.; MANNION, J.; KINSELLA, J. (2001). *Cost Reduction for small-scale dairy farms in County Clare*. Faculty of Agriculture. University College Dublin. Case Study IRL1 incluido en el proyecto FAIR - CT98-4288. Enero 2001. No publicado.

NOTAS

1 Este autor define el DR como «a three-way reconfiguration of the relation between farming and its socio-technical and natural environment, corresponding to the different dimension of a triangle where we find regrounding, deepening and broadening of conventional agriculture».

2 FAIR, 1998-2002.

3 A partir de los datos del MAPA (2000) se ha estimado que tan sólo la producción obtenida del 55% de la superficie dedicada a vinos amparados bajo denominaciones de calidad en 1998 es vendida como tal.

4 Las estrategias de reducción de costes consideradas dentro de esta encuesta fueron: reducción del uso de insumos externos (fertilizantes, pesticidas, etc.), reducción del uso de trabajo asalariado, minimización de préstamos para inversiones en tierra, maquinaria, edificios, etc.), maximización de la escala productiva y volumen de producción.

5 Survey on Rural Development, 2001.

ANEXO

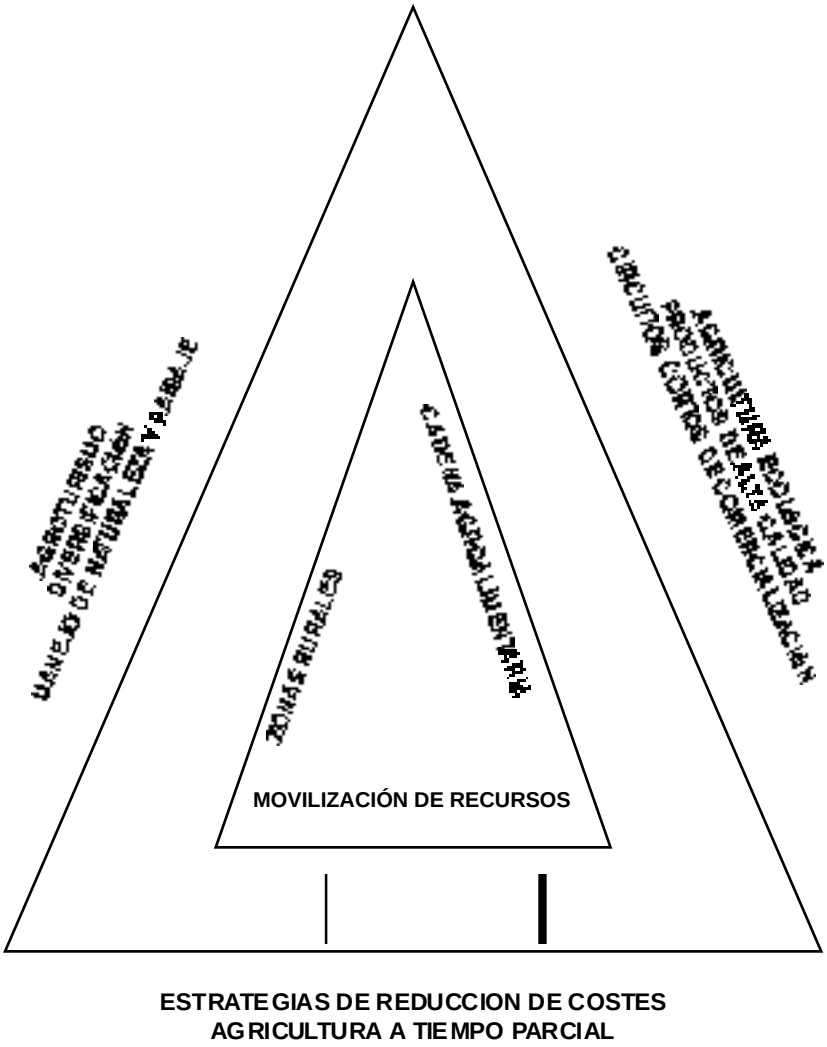


Figura 1. *El desarrollo rural como reconfiguración en tres dimensiones de la agricultura convencional*

A Multifuncionalidade da Agricultura Biológica no Desenvolvimento Local

MARÍA RAQUEL PONTE DA LUZ MARTINS DE SOUSA[2]

[1] Agrobio.

RESUMO

Este artigo pretende apresentar soluções em termos de Desenvolvimento Rural para Portugal. Defende que para os os condicionalismos portugueses a melhor solução será optar pelo planeamento do Agroecoturismo. Lista dois exemplos, das poucas iniciativas existentes e desenvolve uma comparação entre os critérios de dois organismos internacionais certificadores em Agroecoturismo, de forma a criar bases para o planeamento deste sector. Concluí que para o Agroturismo praticado se deverão recomendar os critérios comparados e que estes deverão ser exigiveis em termos de Agroecoturismo.

INTRODUÇÃO

Levar a cabo o Desenvolvimento Rural significa tomar em conta políticas relacionadas com economia integrada, onde o principal objectivo é permitir encontrar estratégias que melhorem a qualidade de vida rural e evitar a desertificação humana deste locais cujas carcterísticas são mantidas pela sua população agrícola desempenhando esta o papel milenar de guardiã da paisagem e ecologia da região (TELLES, 1999).

A promoção do desenvolvimento rural não é equivalente a promover a agricultura dado que o espaço rural é um conceito territorial e não um conceito sectorial tendo assim que manter uma visão integrada que implica dois aspectos (FOGLIA, 2000):

- a agricultura é só uma das componentes do sistema apresentando-se numa perspectiva multifuncional.
- o antigo antagonismo rural/urbano perde significado:ambos funcionam reciprocamente.

Por outro lado o potencial máximo de qualidade quer dos produtps quer de preservação ambiental em agricultura é o Modo de Produção Biologico

Assim, o desenvolvimneto rural tem como objectivo a melhoria da qualidade de vida das populações rurais, através de uma planificação a longo prazo que se baseie no respeito pelos valores ambientais, patrimoniais e socio culturais da região.

O Turismo Sustentável baseia-se nos princípios da prevenção, precaução, restauração, associados com a necessidade de o desenvolvimento ser a longo prazo tem que estar na base de qualquer política, neste caso de tourismo. Assim os problemas ambientais tem que ser considerados ao nível da fase de desenho de projectos

O turismo tem que se desenvolver de forma a ter em conta a capacidade de absorção do desenvolvimento, em cada sistema específico, tendo a localização das suas actividades de ser feita através do uso do critério das áreas sensíveis.

Tem que respeitar a dimensão, carácter e capacidade de absorção natural e social da área em questão, assim com os recursos naturais, paisagem, recursos históricos e a sua identidade cultural.

O Turismo sustentável em áreas rurais, mais do que em quaisquer outras, é o resultado da integração de vários factores transformando-o num fenómeno territorial (FOGLIA, 2000).

Um turismo sutentável deve ser baseado na conecção com os sistemas naturais e o agroecossistema assim como com o património histórico e cultural: tradições eno-gastronómicas, artesanato, etc.

Assim a importância da multifuncionalidade da agricultura é sublinhada pelas possibilidades abertas pelo turismo, Tais como:

- A oferta do produto, a sua transformação, oferta culinária, artesanal, recreativa, cultural, etc.
- O turismo ajuda à comerciaçização quer por aumentar a procura a nível local-venda directa ou cadeia de distribuição curta- com uma mais valia para o Agricultor, quer por apelar á transformação dos produtos o que resolve excedentes etc.

A Agricultura Biológica representa o potencial máximo desta integração, pois pratica:

- Uma mais valia para o agricultor em relação á comercialização
- A promoção dos produtos tradicionais,
- A manutenção da paisagem,
- A protecção ambiental
- A criação de postos de trabalho em profissões tradicionais e profissões ligadas ao ambiente o que permite a possibilidade de melhor educação, saúde e infraestrutras, que por sua vez melhoram as possibilidades de crédito e uma maior iniciativa privada (ALTIERI, 1989).

CONDICIONALISMOS PORTUGUESES

- O solo é maioritáriamente pobre e a erosão é importante quer através de fenómenos naturais quer por más prática agrícolas.
- Existe um grande potencial quanto a biodivesidade e habitat em terras agrícolas devido a consociações tradicionais (sobreiro -cereais, oliveira -vinha), pequena propriedade, rotações e uso recente de pesticidas e herbicidas.
- A água encontra-se em geral poluída com nitratos e matéria orgãnica e as recargas subterrâneas ameaçadas por um ciclo artificialmente curto.

- Existe uma grande desertificação humana no interior do território que conduz á desertificação da paisagem em oposição a uma grande concentração na zona litoral que causa dificuldades ao ordenamento de território
- Existe pouca informação nos corpos directivos instituicionais em relação a ordenamento do território e ambiente conduzindoa que os interesses da construção govemem o país.
- A agricultura não consegue acompanhar as grandes produções do Norte da Europa até porque a PAC não está adaptada às condições dos países do sul muito embora com a nova reforma a indicação seja o reforço da qualidade e defesa do Ambiente
- O turismo encontra-se mal planeado e sobretudo dirigido para o Litoral causando ainda maiores diferenças entre o interior e este.
- O agroturismo apresenta a disfunção básica de muitas das quintas não efectuarem qualquer produção agrícola
- O sistema de agroturismo institucional funciona sem aproveitar as maximas potencialidades que podem advir desta actividade.
- Parecem estar-se a criar finalmente condições para um arranque da AB quer pelas potencialidades oferecidas á pecuária extensiva, que exigem poucas transformações para AB, quer por a nova legislação exigir aos Agricultores um contrato com associações de AB, para assistencia tecnica, um dos dois pontos de estrangulamento do sector. O outro é a comercialização que deverá ser desenvolvida preferencilamente, dada a conjuntura descrita atraves de estratégias de agroturismo (SOUSA et al 2001).

SOLUÇÕES

- Assim é necessária uma redistribuição da população com uma migração reversa para o interior onde sejam criadas as condições para uma melhor qualidade de vida.
- A solução passa por uma integração entre agricultura sustentável (biológica como potencial máximo) e agroturismo para as zonas rurais: AGROECOTURISMO.

INICIATIVAS

Em áreas protegidas tais como O PNPG, Parque Nacional Peneda Gerês, e o PNRF, Parque Natural da Ria Formosa, existem pré projectos de desenvolvimento rural que incluem estudos de potencialidades do desenvolvimento de um sistema integrado agroecoturistico.

- No PNPG pretende-se transformar algumas das Brandas existentes e desertas em aldeias turisticas onde os valores tradicionais sejam potencializados. Este é o objectivo deum Programa Leader onde a criação de formação para jovens esteja relacionada com actividades ambientais e tradicionais que sirvam o turismo, (CARVALHO et al 2000).
- No PNRF existe um pré-projecto de estudo de potencialidades em termos de ageo-ecotuirsmo (SOUSA, R. 2002), de forma a ser possível concorrer a ao Programa EQUAL. Inclui a certificação dos produtos e das actividades agrícolas, comerciais e hoteleiras (PARTIDÁRIO, M.R., 1999).

PLANEAMENTO DO AGROECOTURISMO

De forma a tornar possível o establecimento de standards para regulamentação do agrecoturismo foi feita uma Comparação entre os standards de Ecoturismo da AIAB-Associazione Italiana per l Agricoltura Biológica e da ECEAT-European Center for Eco Agro Turism (SOUSA, 2000).

- Não foram considerados os standards da certificação Grenn Globe por não ter sido possível a disponibilizaçaõ destes.

COMPARAÇÃO ENTRE AS NORMAS DO ECEAT E DA AIAB

- O programa da AIAB «Agriturismi bio-ecologici» é coerente com o desenvolvimento rural sustentável e faz sentido se virmos a agricultura de uma forma multifuncional. Assim o valor da agricultura não é só baseado no seu papel primário de produzir alimentos, mas sim em relação à sua capacidade de fornecer diferentes serviços e matérias primas respeitando o ambiente a diferentes níveis, que vão desde a manutenção da paisagem até à tradicional hospitalidade rural e á qualidade dos produtos oferecidos.
- O programa do ECEAT, promove o desenvolvimento rural de uma forma menos restritiva incluindo um nível de normas minimas e um de normas recomendadas. Apresenta, portanto tambem, no que diz respeito ao tipo de acomodações incluídas, algumas diferenças. Os Quintas são classificadas por um sistema ao qual a maior qualidade corresponde ao maior número de estrelas.

STANDARDS

*AIAB Standards (*FOGLIA, *2000)*

Actividades produtivas certificadas
Protecção Ambiental
Construções turisticas
Serviços educacionais
Promoção do turismo e oferta de serviços
Venda directa de produtos e restaurante
Transportes

ECEAT Standards (Critérios- Eceat)

Qualidade e comodidade
Protecção ambiental
Uso sustentável da terra
Igualdade de oportunidades socio-culturais
Transportes

PONTOS EM COMUM

Ambas as certificações focam aproximadamente os mesmos aspectos se consideramos o nível mais evoluído (de norma recomendada) do ECEAT em termos de:

Protecção Ambiental
Transportes
Manutenção da peculiaridade da paisagem
Protecção ambiental

- A metodologia e os materais de construção e de uso diário usados tem que ter em conta :
- A redução do consumo energético
- O decréscimo de emissões poluentes
- A redução de riscos para os trabalhadores (AIAB)
- Os transportes previstos nos dois tipos de certificação incluíem a existência de transportes publicos e de serviço de pick-up e de bicicletas
- O nível «uso sustentável do solo» do Eceat equivale , aproximadamente às exigências da AAIB sobre a «actividade produtiva» que tem que ser biológica certificada, muito embora o primeiro não o exija considerera-o a melhor forma de actuação e corresponde à melhor pontuação de qualificação.

Para ambas o agriculltor tem que contribuir para a manutenção da peculiaridade da paisagem da seguinte forma:

- conservação e restauro de sítios naturais e agricolas e de toda a paisagem rural
- Introdução de culturas com o fim de alimentar a fauna selvagem
- Cultivo de culturas de entrelinha de forma a manter a cobertura vegetal
- Arquitectura paisagistica de áreas verdes na quinta de forma a permitir a sua melhor integraçãoda em relação à paisagem e ecologia da região
- Manutenção de áreas de pastagem (só em montanhas AIAB).
- Manutenção de baldios
- Criação de áreas para reprodução e sobrevivência da fauna e flora selvagem.
- Criação de áreas naturais de transição entre a quinta e a paisagem e a ecologia da região de forma a existir uma ligação (buffer zones)
- Salvaguarda dos sistemas hidraulicos e geológicos típicos
- Manutenção e restauração dos elementos paisagísticos através da engenharia do ambiente
- Instalação de ninhos artificiais
- Criação de espécies em riscos de desaparecimento

DIFERENÇAS

Acomodações

- Em termos de tipos de acomodações o ECEAT apresenta 6 tipos enquanto a AIAB considera só o primeiro:

- Explorações biológicas certificadas
- explorações biológicas por tradição ou favoráveis ao meio ambiente,
- acomodações ligadas à protecção natural;
- hoteis, hospedarias, pensões e parques de campismo ecológicos de pequena escala;
- acomodações que apoiam a protecção do património cultural
- acomodações em comunidades, aldeias ou regiões sustentáveis

SERVIÇOS EDUCACIONAIS

Em relação aos serviços educacionais, previstos apenas pela AAIAB, pretende-se que:

- O Turismo implemente e mantenha serviços naturalisticos e educacionais de forma a dar a conhecer as praticas de Agricultura Biológica e a herança da região.
- Exemplos destes serviços podem ser:

  – A existência de um programa ambiental e naturalístico
  – Visitas guiadas às actividades da quinta
  – Actividades pedagógicas de demonstraçã de técnicas biológicas (ex:compostagem)
  – Percursos pedagógicos e ambientais
  – Museu de instrumentos agrícolas relacionados com a Agricultura Biológica
  – Visitas guiadas a áreas protegidas próximas
  – Disponibilizaçoa de instrumentos de observação da fauna local
  – Quinta localizada no interior de área protegida

Os requesitos acerca dos apartamentos e quartos são implementados de acordo com as normas existentes devendo promover a existência de materiais tipicos do artesanato da região. Ex:(lençois de linho)

- Os serviços deverão ter em atenção o exposto anteriormente.
- Exemplos dos serviços oferecidos:

  – Disponibilização de materiais e promoção de actividades que dinamizem a descoberta da herança ambiental e culturaldo território
  – Organização de cursos sobre artesanato tipíco da região
  – Oferta de vários desportos
  – Equitação
  – Bicicletas
  – Actividades relacionadas com a saúde e o bem estar (yoga, ginástica danças pintura, etc)

RESTAURAÇÃO E VENDA AO PUBLICO

O Eceat sugere a existência de uma oferta de comida local e tradicional de foram a minimizar custos de transportes e maximizar rendimentos locais.

A AIAB promove a existência de um restaurante e de um local de venda ao publico.Os aspectos a considerar são:

- Os ingredientes tem que ser maioritáriamente biológicos
- A restauração deve ser orientada para o conhecimento dos produtos e pratos locais e tradicionais.
- Redução de lixo no restaurante
- A venda ao publico oferece uma mais valia por inclusão de lucros ao nível do agricultor e não do intermediário, un dos objectivos do DRural.

CONCLUSÃO

De forma a que o Desenvolvimento Rural tenha lugar de uma forma sustentável os standards de Agroecoturismo deverão ser instituídos e são melhor conseguidos em quintas de AB.

- Os standards deverão ser exigidos em Agroecoturismo
- Os standards deverão ser recomendados em Agroturismo
- Os standards de Agroecoturismo devem exigir respeito ambiental em todas as outras vertentes e promoção das tradições culturais da região dado que estes factores são qualidade de vida e a melhoram por serem valorixados pelo turismo

BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M. (1989). *Agroecology*, Westview Press, Boulder, Colorado.

FOGLIA, P. (2000). The Quality of Rural Tourism Oriented to a Sustanable.

Development, Comunicação na Conferência Agricultura Biológica no Mediterraneo, Agribio Mediterraneo, Croacia.

CARLO HAUSMAN (2001). *Sviluppo delle cometenze nelle aziende agrituristiche: evoluzione in Europa e Italia*, Comunicação no Seminário Internacional -Towards a Sustanable Tourism in Rural Areas, Vigniola, Italy.

FAUSTO FAGIOLLI. *Marketing dei prodotti e dei servizi nell'azienda agrituristica.* Comunicação no Seminário Internacional. Towards a Sustanable Tourism in Rural Areas, Vigniola Italy, 2001.

PARTIDÁRIO, M.R. (1999). *Critérios para um Turismo Ambientalmente Responsável*, UNL.

Normas e Critérios para campismo e alojamento do ECEAT.

Guia de acomodações ECEAT.

Organic Agriculture in the Mediterrranean, Agribio Mediterrneo.

Projecto LIFE em realização, *Eco-labels for Sustainable Tourism in Europe: demonstrating how Eco-labels can move the European tourism market towards sustainability.*

SOUSA, R. (2000). Comparação das normas de agroecoturismo da AIAB e do ECEAT, Comunicação apresentada na conferencia sobre Agricultura Biológica, Manifesta, Tavira.

SOUSA, R. (2001). *Diagnóstico de potencialidades da A*B, relatório diagnóstico elaborado pela Agrobio no ambito de um plano de formação, não publ.

SOUSA, R. (2002). *Relatório de potencialidades sobre turismo de qualidade*, elaborado para o PNRF. Nao publ.

TELLES, R.E.; CABRAL, C. (1999). Reed., *A Árvore*, Assírio e Alvim, Lisboa.

WWW:/Green Globe.

Potencialidades y limitantes de la agricultura ecológica en Extremadura

MARÍA ISABEL GRUESO LÓPEZ, ROBERTO GARCÍA TRUJILLO[1]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Extremadura es la Comunidad Autónoma española con mayor superficie y número de productores en Agricultura Ecológica, con un total de 172.958 Ha, repartidas en 7.121 explotaciones (estadísticas MAPA, 2001).

Posee la mayor superficie en España de pastos ecológicos, gran parte de ellos, dehesa, con una superficie de 100.615 Ha; así como de olivar, 43.446 Ha; vid, con 2.688 Ha y frutales, principalmente higueras, cerezos y ciruelos, que suman un total de 1.868 Ha (estadísticas MAPA, 2001).

La elaboración y comercialización todavía no se encuentran muy desarrolladas en esta Comunidad, siendo todavía muy bajo el número de empresas que se dedican a ello.

La finalidad de este trabajo ha sido la de acercarnos a la realidad de la Agricultura Ecológica en Extremadura, para de esta forma comprender los desequilibrios existentes en la actualidad.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Conocer las características del importante crecimiento que ha experimentado la Agricultura Ecológica en Extremadura.
- Averiguar las motivaciones de los productores ecológicos, pudiendo así establecer relaciones con perspectivas futuras e intenciones de continuidad en la misma línea de producción.
- Identificar y evaluar los problemas a los que se enfrentan los productores ecológicos de la Comunidad.
- Describir las prácticas más utilizadas de forma somera.
- Intentar conocer cómo han evolucionado las fincas o predios ecológicos, durante el período de reconversión o transición ecológica.
- Acercarnos al tema de la comercialización al mercado ecológico, pretendiendo averiguar a través de qué canales se realizó ésta.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El método utilizado en este estudio ha sido el de la encuesta, que nos permite obtener mediciones cuantitativas mediante procedimientos estandarizados de interrogación, al estudiar una

muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio (GARCÍA FERRANDO y col., 1995).

Este estudio, realizado durante el 2002, abarcó a 170 agricultores, con la característica común de haber pasado el período de reconversión, es decir, poseían ya la calificación de Agricultura Ecológica.

La encuesta constaba de 20 preguntas. En una primera parte, que ocuparía 5 preguntas, se intentó tipificar al agricultor, interesándonos por el municipio, la provincia, la realización de la agricultura y/o ganadería como actividad principal, el número de años que lleva practicando agricultura ecológica, los cultivos, las superficies, las principales producciones y la producción media anual. La segunda parte iría destinada a conocer las motivaciones, satisfacciones, problemas, comercialización, etc., abarcando el resto de las preguntas.

Todas las preguntas fueron contestadas, ya que las encuestas se realizaron en presencia del agricultor, proporcionándoles así una ayuda directa.

Se tuvo en cuenta tanto la proporción de productores por provincias como por tipo de cultivo. Así, el 53% pertenecían a la provincia de Badajoz y el 47% a la provincia de Cáceres.

El 80% de los encuestados poseía olivar ecológico, aunque un 30% de ellos asociado además con otros cultivos; el 20% tenía pastos, con un 64% asociados a otros cultivos; seguido de un 10,6% con herbáceos, un 9,5% con frutales, un 6,5% con frutos secos y un 5,3% de viña.

Una de las preguntas más importantes es la referida a las motivaciones por parte de los agricultores para realizar agricultura ecológica. Se les ofreció a los encuestados la posibilidad de elegir de entre un grupo de respuestas prefijadas, tres de ellas, que debían ordenar por orden de importancia. Podemos agrupar estas respuestas en tres grupos: de tipo económico, ético y de seguridad. Tabla I.

Tabla I. Motivaciones de los agricultores ecológicos para realizar Agricultura Ecológica, en % de respuesta por pregunta y grupo

		1ª causa		2ª causa		3ª causa		Total
Grupo	**Pregunta**	**P**	**G**	**P**	**G**	**P**	**G**	
Económico	Obtener mejor precio venta	22,6	80,0	41,1	73,5	13,7	61,2	25,8
	Mejorar ingresos por subvenciones	49,7		21,5		18,7		30
	Mejor mercado	6,5		9,5		26,9		14,3
	Reducir costos producción	1,2		1,2		1,9		1,5
Ético	Ofrecer alimentos de calidad	11,2	15,9	15,8	21,5	13,7	31,2	13,6
	Reconocimiento social de mi trabajo	0		0		0		0
	Convicciones ecológicas y morales	4,73		4,5		11,2		6,8
	Sentirme más realizado	0		0		2,5		0,8
	Mejorar salud y bienestar de animales	0		1,3		3,7		1,7
Seguridad	Cuidar mi salud y la de mi familia	4,1	4,1	5,1	5,1	7,5	7,5	5,5

Un 85,3% incluyó entre sus tres motivaciones prioritarias la de mejorar sus ingresos a través de las subvenciones recibidas de la Administración y un 5,3% admitió que ésta fue la única motivación para practicar este tipo de agricultura.

El 80% eligió como motivación prioritaria respuestas de tipo económico, bien por las subvenciones, por obtener mejor precio de venta de sus productos, por reducir los costes de producción o bien por poder encontrar un mejor mercado para sus productos.

Las motivaciones de tipo ético sólo fueron prioritarias para el 15,9% de los encuestados.

La preocupación por la salud del propio agricultor y su familia únicamente fue una motivación importante para el 4,1% de los encuestados.

Estos resultados son sorprendentes y contrastan en gran medida con una encuesta similar realizada en Andalucía (GARCÍA TRUJILLO, 2001), donde el 57,6% de los productores ecológicos apuntó causas de tipo ético como primera motivación y un 60,3% como segunda motivación también de tipo ético y sólo para el 33% las motivaciones prioritarias eran de talante económico.

Cuando se les preguntó por su satisfacción como productores ecológicos el 74,5% dijo sentirse satisfecho, mientras que el 25,5% no se encontraba satisfecho. En cuanto a la satisfacción económica, el 47,6% estaba satisfecho y el 52,4% no.

En cuanto a la predisposición a continuar como agricultores ecológicos, se manifiestan grandes dudas por parte de los agricultores. El 50,6% no sabe qué hará, mientras que el 30,7% afirma que seguirá. El 18,7% contestó con rotundidad que no deseaba seguir practicando este tipo de agricultura. En Andalucía el 94,3% contestó que querían seguir practicando agricultura ecológica (GARCÍA TRUJILLO, 2001).

También era importante saber qué prácticas ecológicas se estaban implementando, para lo que se les dio una lista de posibles prácticas, dejando abierta la posibilidad de incluir otras.

Así, la práctica más utilizada es el aporte de estiércol, aplicado por un 47,1% de los encuestados, mayormente procedente de ganadería ovina. Otra práctica muy en uso es la del mínimo laboreo, que admiten realizar el 38,2%.

La entrada de ganado para controlar las hierbas en las parcelas es una costumbre que dicen practicar el 22,3% de los encuestados.

El 18,2% de los encuestados usa productos fitosanitarios autorizados por el organismo de control, que en Extremadura es el Comité para la Producción Agraria Ecológica (CEPAE), principalmente cobre, boro, abono biológico y *Bacillus thurigiensis*.

Por lo general son pocas las prácticas implementadas, convirtiéndose básicamente en una agricultura de sustitución de insumos químicos por insumos orgánicos, obviándose prácticas como el aumento de la biodiversidad mediante policultivos, plantación de setos, acolchados, abonados verdes, etc.

Las Normas de Producción Agrícola del CEPAE definen la reconversión de una finca agrícola como el proceso de transformación que sigue ésta hasta alcanzar un nivel de estabilidad en la práctica de la agricultura ecológica, suficiente para permitir la concesión de denominación.

Este proceso implica la sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes del capital por otras que permitan mantener la diversidad biológica y la capacidad productiva del sustrato natural a largo plazo (SEVILLA GUZMÁN y col., 2000).

Se les preguntó a los agricultores ecológicos extremeños por la evolución que había experimentado la producción en la finca para ver en qué medida les había resultado dificultoso adaptarse al proceso de conversión ecológica.

Así, antes de empezar a practicar esta forma de producción, el 60% afirma haber tenido un nivel medio de producción, el 22,9% un nivel bajo y el 17,1% un alto nivel de producción.

Tras la conversión a agricultura ecológica, para el 58,2% la producción no varió, para el 25,9% la producción varió poco, para el 12,4% disminuyó mucho y para el 3,5% la producción aumentó.

Si relacionamos la producción antes y después del período de conversión, vemos que la producción apenas varió tanto para aquellos que habían tenido un nivel más alto de producción como aquellos que tuvieron un nivel más bajo antes de la transición ecológica de su finca. Gráfico 1.

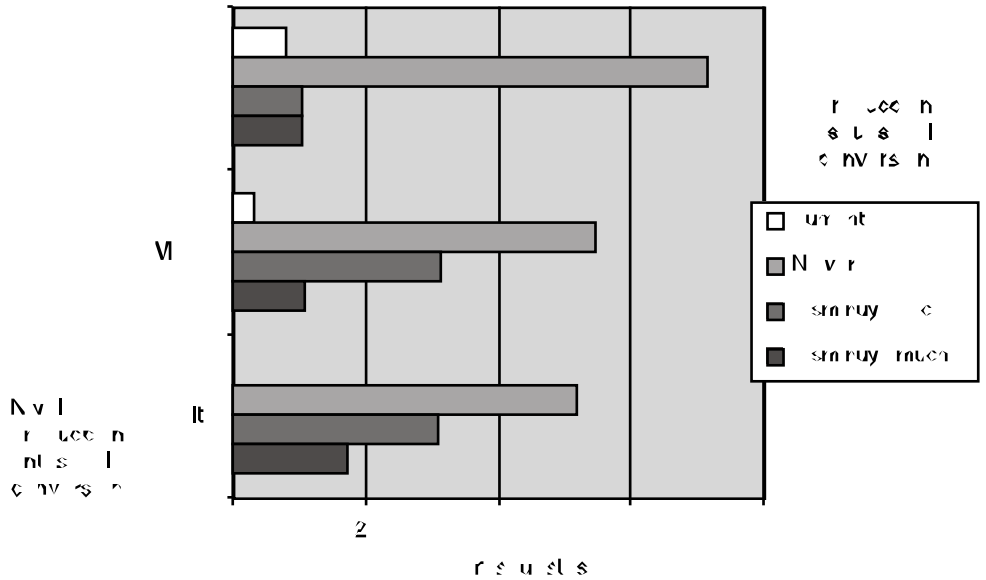


Gráfico 1. *Relación entre la producción antes y después del período de conversión*

Estos resultados nos hacen llegar a la conclusión de que en general hay muy buena adaptación a las prácticas de manejo ecológicas.

En relación con la comercialización hay que destacar la importante distorsión entre el área de producción agrícola y el número de empresas dedicadas a la comercialización y transformación, siendo actualmente únicamente 24 las empresas elaboradoras de productos ecológicos.

En el cuestionario realizado hemos intentado descubrir la proporción en que se está comercializando y a través de qué canales, teniendo en cuenta que sólo hemos tomado una muestra no muy grande del total de productores con denominación ecológica.

El 83,2% de los encuestados está vendiendo sus productos al mercado convencional íntegramente. Sólo el 10,8% destina el 100% de su cosecha al mercado ecológico, estando el resto en una situación intermedia. Gráfico 2.

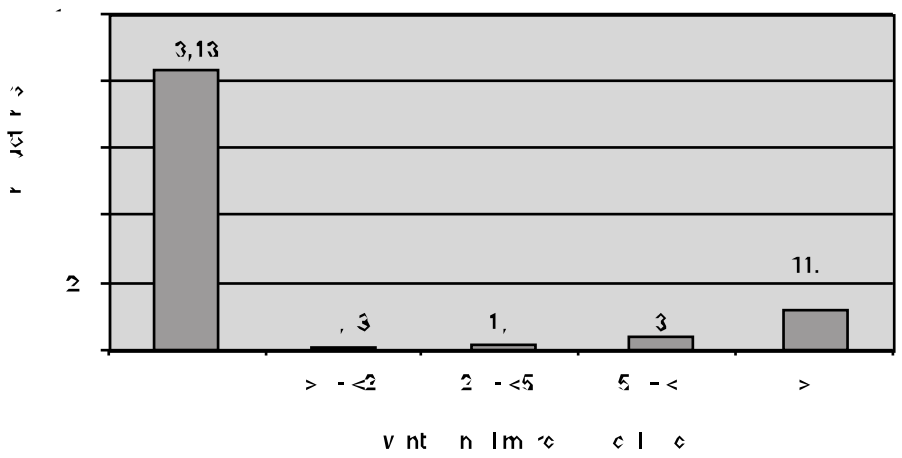


Gráfico 2. *Distribución de los agricultores encuestados según el porcentaje de venta de producción en el mercado eco - lógico*

Esto indica una proporción muy baja de venta al mercado ecológico, en comparación con otras comunidades españolas, como Andalucía, donde se obtuvo que un 62% de los encuestados vendía sus productos al mercado ecológico (GARCÍA TRUJILLO, 2001).

Al preguntarles por el destino de venta a los que habían vendido productos ecológicos como tales, el 46,6% contestó que lo habían hecho a almazaras ecológicas locales, el 21,4% había vendido a almazaras ecológicas regionales, el 17,8% a distribuidores, el 3,6% a almazaras ecológicas de otra región y otro 3,6% al mercado local.

Como puede verse, el mercado se ha movido principalmente alrededor de la producción de aceite de oliva ecológico, lo que es comprensible, ya que el olivar es el cultivo con más número de productores inscritos en el CEPAE, con un total de 7.600 productores a principios de 2002 (datos CEPAE, 2002).

La encuesta pretendía incidir de forma importante en la problemática detectada por los productores ecológicos extremeños, ya que esto nos ayudaría en parte a entender el lento desarrollo de la agricultura ecológica en la región.

En el cuestionario entregado se les mostró una serie de problemas prefijados, dándoseles la oportunidad de incluir otros. Se les hizo seleccionar cinco dificultades y ordenarlas por orden de importancia. Además se les pidió que aportaran cierta información relacionada con las deficiencias detectadas.

El 31,4% de los encuestados afirmó que el principal problema es la falta de una estructura que les permita elaborar y comercializar sus productos.

El 21,1% consideró el control de plagas y enfermedades como el problema más importante y el 19,9% expresó que el escaso importe de las ayudas a este tipo de producción constituía el principal problema.

El 5,9% de los encuestados contestaron que no habían detectado ningún problema.

Analizando los problemas señalados, con independencia del orden de prioridad dado, vemos que en primer lugar está la falta de estructura para comercializar; en segundo lugar el escaso im-

porte de las ayudas a la agricultura ecológica; en tercer lugar la dificultad de controlar las plagas y enfermedades; en cuarto, el bajo rendimiento o baja producción de los animales y en quinto, la dificultad de encontrar fitosanitarios autorizados en agricultura ecológica. Gráfico 3.

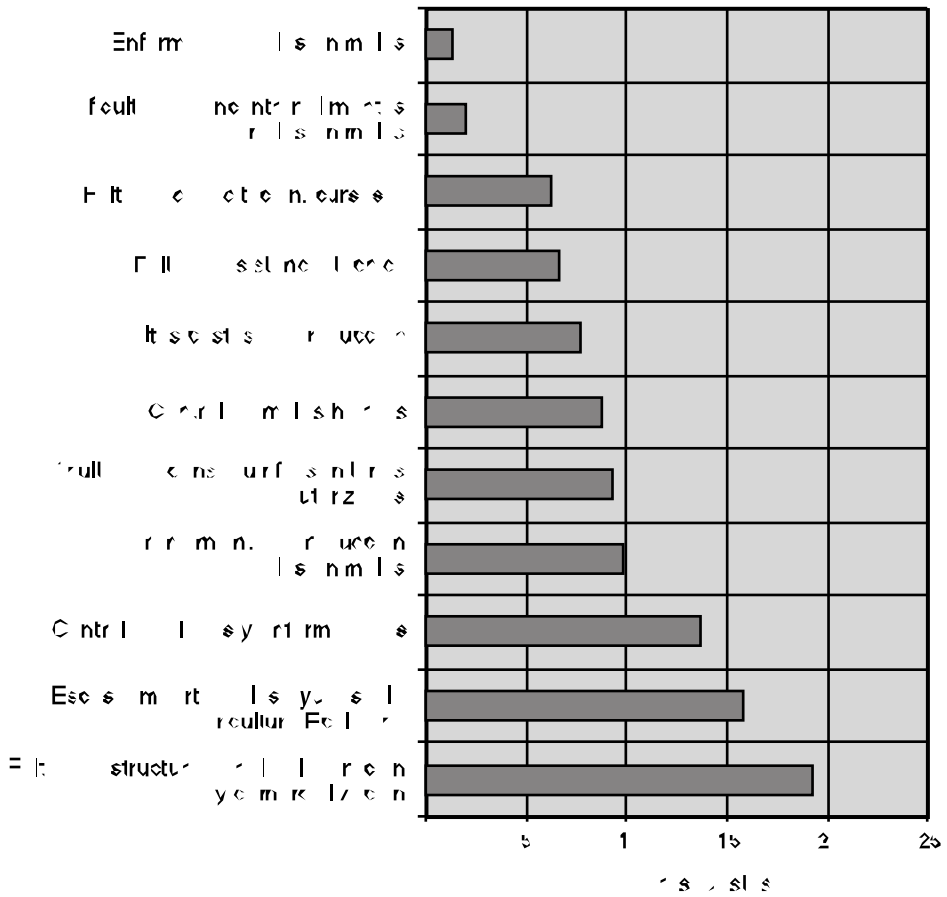


Gráfico 3. *Problemas identificados por los productores ecológicos*

El cuestionario incluía también una pregunta abierta, referida a las posibles ventajas o aspectos positivos detectados por los agricultores.

Las respuestas fueron muy variadas y algunas de ellas curiosas, como las siguientes: «Ahora el campo no huele tan mal a productos químicos», «se puede beber agua en los manantiales con más tranquilidad», «hemos vuelto a las prácticas agrícolas de siempre», «se contrata más mano de obra», etc.

Aunque no se pretende perder los matices que quedan expresados con las preguntas abiertas, hay muchas respuestas que se pueden agrupar, ya que quieren expresar la misma idea:

El 45,8% afirma que una de las ventajas es la obtención de productos más sanos y de mayor calidad. El 31,8% cree que de esta forma se respeta y ayuda a la conservación de la naturaleza. El 29,4% piensa que lo importante es la ventaja que se tiene al percibir una ayuda económica que aumente sus ingresos. El 21,2% dice que lo más ventajoso es poder vender a un mejor precio y el 8,3% que la mayor ventaja es que es algo bueno para la salud de las personas.

Estos resultados nos hacen ver que los aspectos relativos a la mejora de la calidad de los productos son altamente considerados, teniéndose también en cuenta la forma de producción de una manera más natural.

El respeto y cuidado del medio ambiente también han sido ampliamente considerados, relacionándolos en varias ocasiones con la caza, ya que fueron muchos los agricultores que expresaron como lamentable la pérdida de animales típicos de caza, culpando de ello a los herbicidas y agrotóxicos, en general.

LA GANADERÍA ECOLÓGICA EN EXTREMADURA

Actualmente, en Extremadura, la superficie dedicada a pastos es de 100.616 Ha, lo que supone el 58,2% de la superficie total inscrita como ecológica, con un total de 648 explotaciones ganaderas, principalmente de ganadería vacuna, con 399 explotaciones y de ganadería ovina, con 196 explotaciones (estadísticas MAPA, 2001).

El desequilibrio entre la superficie inscrita y la elaboración y comercialización de productos de origen animal es aún muy grande, aunque ya están surgiendo intentos de asociacionismo por parte de los ganaderos ecológicos extremeños.

Al ser tan importante la superficie destinada a pastos ecológicos, se han analizado de forma separada las respuestas dadas por los ganaderos.

Las principales motivaciones que le impulsaron a realizar este tipo de producción fueron también de tipo económico, fundamentalmente por obtener mayores ingresos a través de las subvenciones, seguido de la posibilidad de obtener mejores precios de venta de sus productos y poder acceder a un nuevo mercado.

El 72% de los ganaderos se encuentra satisfecho produciendo alimentos ecológicos; el 22% está muy satisfecho y sólo el 6% no se encuentra satisfecho.

Al preguntarles por el período de conversión se obtuvo que para el 73,7% no varió la producción al practicar una forma ecológica de manejo; para el 15,8% bajó un poco y sólo para un 1,5% la producción había disminuido mucho.

Por lo tanto, por lo general hay muy buena adaptación a las prácticas ganaderas ecológicas, lo cual se entiende por el carácter extensivo que se ha venido practicando en la mayoría de las fincas ganaderas extremeñas.

Cuando se les preguntó por las prácticas realizadas, las respuestas obtenidas fueron muy similares; casi todos coincidían en el mayor autoconsumo en su finca, basándose en pasto, heno, bellotas, cereales y leguminosas de la propia explotación; también habían disminuido mucho las vacunaciones, limitándose la mayor parte de ellos a las desparasitaciones autorizadas y a las campañas de saneamiento obligatorio de la Administración.

El 52,6% afirmó que no habían necesitado cambiar sus prácticas de manejo, ya que eran el mismo manejo «ecológico» que habían hecho siempre.

Sólo un 2% de los encuestados estaba vendiendo al mercado ecológico, y no toda su producción.

Entre los problemas más importantes detectados por los ganaderos ecológicos sigue estando la falta de estructura para comercializar y elaborar sus productos, en lo que coincidieron el 55,5% de los encuestados; el 16,6% opinó que el problema más importante es la escasez de las ayudas y el 11% creía que era la dificultad de conseguir alimentos ecológicos para el ganado.

CONCLUSIONES

Este trabajo nos lleva a obtener conclusiones muy interesantes acerca de la Agricultura Ecológica en la Comunidad Extremeña, que como hemos visto se enfrenta a diversos problemas, como la falta de motivaciones ambientales y éticas por parte de los agricultores o la falta de una estructura que les permita transformar y comercializar sus productos.

Parte de esta problemática es debida a la divulgación que se ha hecho de las ayudas agroambientales en muchos lugares, más en la línea de promocionar las ayudas, que en difundir los compromisos que asumían los agricultores cuando realizaban esta nueva forma de producción, lo que puede ocasionar que en el momento que disminuyan o cesen las ayudas, caiga de forma alarmante la producción ecológica en Extremadura (MARTÍN VERTEDOR, 2000).

Además de los problemas detectados por los agricultores, se presentan otras deficiencias tales como la falta de asesoramiento técnico y de información general sobre la producción ecológica, la falta de asociacionismo por parte de los agricultores o la insuficiente investigación destinada a la producción ecológica.

Sin embargo, Extremadura presenta unas condiciones inmejorables para desarrollar un tipo de agricultura en armonía con el medio ambiente, acorde con sus innumerables valores naturales y rurales, y que sirva de motor para un desarrollo sostenible que favorezcan la vida rural.

Las encuestas nos muestran que hay bastantes aspectos positivos, como la gran adaptación a este tipo de agricultura, que se refleja en la baja caída de los rendimientos durante el período de transición ecológica, posiblemente relacionado con el hecho de que en Extremadura se ha venido realizando un tipo de agricultura y ganadería bastante extensiva, existiendo zonas donde aún se siguen realizando prácticas tradicionales.

En cuanto a la ganadería, los resultados de las encuestas también nos vuelven a hacer pensar en la necesidad de abrir canales de comercialización para que los ganaderos puedan vender a un precio más alto, que los motive a seguir practicando la ganadería ecológica, que incide en un mayor bienestar de los animales y un mayor equilibrio de éstos con su entorno; lo cual no resulta difícil en esta comunidad gracias a sus extensas dehesas y pastizales.

El realizar este tipo de agricultura supondría para Extremadura el mostrar una imagen más vinculada a los productos y formas de producción más naturales y respetuosas con el medio, accediendo a un mercado diferente y mejor de los productos, en una época de continuos escándalos en el sector agroalimentario.

Los aspectos de transformación, elaboración, asesoramiento técnico y formación de los agricultores deben ser atendidos con urgencia, para permitir que la Agricultura Ecológica siga creciendo en Extremadura.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1999). AGROECOLOGÍA, Bases científicas para una agricultura sustentable.

ALTIERI, M.A.; NICHOLS, C. (1999). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable.

CEPAE (COMITÉ EXTREMEÑO PARA LA PRODUCCIÓN AGRARIA ECOLÓGICA). Datos estadísticos 2000, Datos estadísticos 2001. Normas de producción agrícola y ganadera.

GARCÍA FERRANDO, M. y col. (1995). El análisis de la realidad social. La encuesta. Madrid, Alianza Universidad.

GARCÍA TRUJILLO, R. (2001). Aproximación a las potencialidades y obstáculos de la agricultura y ganadería ecológica en Andalucía. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba.

GARCÍA TRUJILLO, R. (2001). La estructura de la Agricultura Ecológica en Andalucía. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba.

GUIBERTEAU CABANILLA, A.; LABRADOR MORENO, J. (1992). Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hojas divulgativas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundiprensa.

LABRADOR MORENO, J. (2001). Muchos agricultores sólo producen por la subvención. Diario «Hoy de Extremadura», 13 de mayo de 2001, página 8.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica. Ediciones Mundiprensa.

MACIONIS, J.; PLUMMER, K. (2000). Sociología.

MAPA (2000). Estadísticas 2000. Agricultura Ecológica, España. Dirección General de Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAPA (2001). Estadísticas 2001. Agricultura Ecológica, España. Dirección General de Alimentación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MARTÍN VERTEDOR, D. (2000). La agricultura ecológica en Extremadura. *www.bioagrinet.net.*

Ojos del Guadiana (Cooperativa de Ganaderos Manchegos)

JUAN SERNA MARTÍN, JUAN MIGUEL SÁNCHEZ PEREIRA

RESUMEN

La comunicación sobre la Cooperativa «Ojos del Guadiana» intenta exponer la problemática de un grupo de pequeños ganaderos manchegos que quieren emanciparse de los bajos precios y la tardanza con que les pagan las grandes industrias lácteas por su leche. Lo hacen creando su propia quesería.

Vinculados a la Agencia de Desarrollo Local empiezan un proceso de reflexión sobre un modelo de desarrollo agroalimentario sostenible que intentan poner en práctica tras una visita a diversas explotaciones e industrias queseras europeas.

En el texto se exponen las enormes dificultades que encuentran para acogerse desde sus comienzos al modelo ecológico, así como las que existen en otro orden de cosas, burocráticas, técnicas, financieras, comerciales, etc., para todos aquellos emprendedores modestos que quieran crear su propia empresa. También se señalan otras dificultades inherentes a la agricultura asociativa y al cooperativismo.

Se define brevemente la tipología del queso manchego, el funcionamiento de la empresa y se expone el objetivo de empezar a elaborar el primer «queso manchego ecológico» en España.

Tras una breves conclusiones finales se aporta una relación esquemática de problemas que les preocupan especialmente.

EL PROYECTO

Esta experiencia cooperativa se inicia en el año 1995 en Daimiel, en varios pueblos del entorno del Parque Nacional de Las Tablas, donde un grupo de pequeños ganaderos se plantean crear su propia empresa para elaborar quesos manchegos artesanos. Las grandes industrias del sector lácteo les pagaban tarde y mal la leche, aparte de controlar a su antojo los parámetros de calidad de la misma.

La Agencia de Desarrollo Local, desde la que se realizaba una estrategia de desarrollo, con especial referencia al mundo rural y a la agroalimentación,es el vehículo que utilizamos para aglutinar a este grupo de emprendedores cuyo proyecto estaba lleno de riesgos y, al menos en su fase inicial, iba a necesitar mucho apoyo, por diversas razones que resumimos en estas tres consideraciones:

1º Por una parte, en esta zona se habían producido fuertes fracasos de otras cooperativas, lo que hacía que los familiares e incluso los mismos promotores tuvieran un cierto temor a nuevas frustraciones.

2º Por otra, había que analizar las posibilidades del modelo ecológico, ya que trabajaban con una raza autóctona, la oveja manchega, y un sistema de pastoreo tradicional y extensivo, pero la complejidad y las dificultades de la ganadería ecológica no eran fáciles de resolver, al menos en una primera etapa y en una región en la que los problemas burocráticos y técnicos no estaban bien asumidos por la Administración. Por ello, a la vista de otras experiencias de ganadería ecológica que no nos parecían bien resueltas (no todas las ganaderías ecológicas que se presentan como tales en estos momentos resistirían, a nuestro juicio, un análisis mínimamente riguroso) había que optar por la Denominación de Queso Manchego, dejando el sistema ecológico para cuando pudiéramos superar las barreras que inicialmente existían.

3º Por último, ya era importante iniciar la aventura con la práctica de una ganadería extensiva y una producción artesana, asegurándose primeramente el éxito de la Cooperativa, a fin de que los promotores no corrieran riesgos excesivos, y ya llegaría el momento de iniciar la producción ecológica.

Lo primero que hicimos, cuando el grupo de ganaderos organizados en torno a una Agrupación de Defensa Sanitaria lo vio conveniente, fue realizar un viaje a Alemania, invitados por la Fundación Global Nature, en el que visitamos diversas experiencias de ganadería y quesería ecológicas. Ese viaje nos abrió perspectivas en torno a las ventajas y dificultades que tendríamos que superar. A continuación otras visitas a diversas experiencias de cooperativas ganaderas en España fueron completando la visión de lo que queríamos hacer. Todo ello unido a un período de dos años (l995-97) en los que las reuniones eran continuas y se convirtieron en un proceso de información-formación que sirvió para que el grupo fuera creyendo en el proyecto y la vez se produjera la autoselección de los miembros que lo componían, quedándose al final los once ganaderos que estaban dispuestos a arriesgar y a poner en marcha la cooperativa.

Transcurrido este período se empezaron los contactos con la Administración para ver las ayudas legales existentes para esta actividad y se realizó el primer estudio de viabilidad de la Cooperativa. Ello nos permitió ir concretando los recursos económicos que se iban a necesitar, las aportaciones de los socios, las ayudas administrativas y la financiación bancaria necesaria para el mismo, que resumimos en este cuadro.

Capital social (inicial) de 1.000.000 ptas. por socio	11.000.000 Ptas.
Subvención del FEOGA (40% de la inversión)	24.000.000 »
Financiación bancaria	25.000.000 »
Total de la inversión inicial	60.000.000 »

Las dificultades que hubo que superar para la construcción de la Quesera son tantas que merecen ser desarrolladas en un informe aparte para que sean tenidas en cuenta por quienes tengan proyectos similares y hayan de recorrer este camino. Nos vamos a limitar a enumerarlas esquemáticamente:

– *La burocracia para obtener las ayudas oficiales a los socios y al proyecto, aun sabiéndonos mover por las distintas instituciones, fue agotadora.*
– *El diseño del proyecto y las instalaciones se hicieron con cierta visión de futuro, siguiendo las sugerencias que nos señalaban otros cooperativistas, lo que no ha impedido tener que realizar reformas a los tres años de actividad.*

- *La ejecución de las obras debe hacerse con un seguimiento riguroso diario para no encontrarse con sorpresas que desvíen lo presupuestado al alza, y para que las certificaciones, que han de ser controladas por los organismos técnicos y financieros, se hagan correctamente y no creen problemas posteriores.*
- *Entre la realización de las obras y la llegada de las subvenciones y los recursos financieros programados se produce un «período puente», siempre más largo de lo previsto, que puede dar al traste con el proyecto si no está bien amarrado.*
- *La entidad financiera elegida puede crear problemas si no está seriamente comprometida, y rebajar la operación si los tasadores no contemplan las obras de acuerdo con las estimaciones previstas, cosa que suele suceder en proyectos industriales que utilicen hipotecas. A nosotros nos sucedió.*
- *El asesoramiento técnico, económico y financiero, en proyectos de emprendedores modestos debe estar realizado, a ser posible, por técnicos con cierta motivación. Dejarlo en manos de un consulting convencional puede ser otro peligro.*
- *La comercialización inicial debe estar prevista en todo lo posible, habiendo realizado todo un trabajo previo que garantice un buen arranque.*
- *Y la publicidad y comunicación debe ser imaginativa, rigurosa y de poco coste, al menos hasta que el proyecto vaya creciendo y consolidándose.*

Por todas estas razones la Cooperativa Ojos del Guadiana ha tenido múltiples problemas iniciales que ha ido superando como ha podido, aprendiendo a fuerza de golpes, suponemos que como todo el mundo, a pesar de todas las previsiones y de las experiencias que otras cooperativas nos transmitieron antes de empezar la andadura.

EL PRODUCTO

Decidimos empezar elaborando un queso manchego artesano (elaborado con leche cruda) como principal producto de la Cooperativa, y otro industrial (leche pasteurizada), ambos acogidos a la Denominación de Origen del Queso Manchego. Sin embargo, dado el largo período de maduración que ambos requieren, y lo que ello supone de capital inmovilizado, decidimos hacer también un queso fresco y oreado, éstos no acogidos a la D.O., aunque elaborados con la misma materia prima, pero que a pesar de que salen al mercado con un precio más alto que el de los quesos frescos convencionales, han tenido una gran aceptación y nos ayudan mucho a mantener una liquidez necesaria para la viabilidad de la empresa.

Al éxito en toda España (también hemos empezado ya la exportación) de Ojos del Guadiana ha contribuido sin duda la integración en la empresa de uno de los mejores maestros queseros artesanos de La Mancha. Y también el asesoramiento permanente de un veterinario que asiste técnicamente a todas las ganaderías de los socios y ha elaborado los puntos críticos de la quesera y se encarga de lo que ha dado en llamarse la trazabilidad.

Como la tradición y el manejo de la ganadería extensiva no debe estar reñido con la limpieza y la calidad hace tiempo que se exigió a los socios la instalación de tanques de frío en las majadas y, ahora, salas de ordeño, ya que está claramente comprobado en la analítica de la leche la mejora notable que se produce cuando se adoptan estos sistemas (teóricamente puede ser mejor el ordeño a mano, pero teniendo en cuenta las limitaciones de las majadas y establos antiguos de

estos ganaderos, lo que se gana en limpieza e higiene, aparte del tiempo empleado, justifica con creces la adopción de estas medidas).

EL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA

De una etapa de reuniones continuas entre los promotores de más de dos años se pasó al comienzo de la actividad de la Cooperativa. Aquí ya la toma de decisiones exigía un equipo de gestión y dirección con responsabilidades concretas. Éste se formó básicamente con tres personas:

– El Presidente, que ejercía la representación y coordinación diaria del trabajo.
– El Gerente, que se encargaba de la administración y comercialización.
– El Maestro Quesero, que asumía la responsabilidad plena de la producción.

Todo ello auxiliado por la asistencia técnica del veterinario y de un experto en comunicación y comercialización, que han estado vinculados al proyecto desde el comienzo; al principio desde la Agencia de Desarrollo Local de Daimiel, y más tarde individualmente, por acuerdo directo con la Cooperativa.

La falta de experiencia y conocimiento del sector de todo este equipo ha sido suplida por una gran motivación y esfuerzo permanente, aprendiendo «sobre la marcha». La búsqueda de contactos, de información, de experiencias de otros cooperativistas que ayudaron generosamente, y la necesidad de salir adelante una vez que el proyecto estaba en marcha han sido las claves del crecimiento e implantación de una empresa y un producto que, al día de hoy, se encuentra distribuido por los mejores circuitos comerciales, con más 500 clientes, sin apenas depender de las grandes superficies. Y todo ello se expresa en la facturación de los tres últimos ejercicios que fue la siguiente:

1999	34	millones de pesetas
2000	104	millones de pesetas
2001	167	millones de pesetas
2002	Está previsto superar los 200 millones de facturación	

No queremos expresar ningún triunfalismo con estas cifras, sino resaltar que éstas reflejan la aceptación progresiva de un producto y una marca que ha hecho valer con transparencia la procedencia de sus quesos, de la ganadería autóctona extensiva y su buena elaboración artesana, sin utilizar otros argumentos más o menos oportunistas que no estén avalados por la realidad.

Hemos comprobado por nosotros mismos que los emprendedores modestos estamos obligados a suplir la falta de «profesionalidad» y la carencia de medios de todo tipo con la imaginación y la tenacidad, y que no queda más remedio que aprender rápido si no quieres poner en peligro el proyecto y los pocos medios que has podido reunir para poner en marcha la Cooperativa.

También tenemos presente que cuando te conviertes en empresario y empleas personas para la realización del trabajo (en Ojos del Guadiana hay una media de 10 trabajadores en estos momentos) deben tener un buen clima y ser tratadas como parte integrante de la empresa, ya que el producto que sale de ella es en buena parte fruto de ese trabajo colectivo.

LA COMUNICACIÓN Y LA «PUBLICIDAD DIRECTA»

La soledad y el vacío que produce la salida al mercado de una empresa y su producto, en el comienzo de la actividad, es aterradora. Cuando ves el queso acumulado en las cámaras y los clientes que visitas ya están abastecidos y no conocen tu queso, se pasa francamente mal. Sobre todo porque has adquirido unos compromisos de pago fijos que te quitan el sueño y tu capacidad de aval está ya al límite.

En Ojos del Guadiana pudimos convencer pronto a algunos medios de comunicación de las peculiaridades de la ganadería extensiva. Ello hizo que algunas publicaciones nos dedicaran reportajes que nos fueron de gran utilidad. Pero, sobre todo, fue especialmente importante para nosotros el amplio reportaje monográfico que nos dedicó TV-2 en el programa Línea-900 (es sorprendente la fuerza que tiene la televisión, aunque sea en un programa minoritario). Todo ello unido a las múltiples asistencias a Ferias y Catas de todo tipo, y la insistencia con todo tipo de clientes y mercados, es lo que nos fue abriendo un hueco en el sector alimentario. Lo demás lo atribuimos a la verdadera calidad del queso manchego que elaboramos, y a la persistencia y el esfuerzo constante en la búsqueda de clientes. Pero si tu producto no «engancha», la publicidad no puede hacer milagros.

Tras más de tres años podemos decir que lo hemos ensayado todo. La venta al pequeño comercio, a la tienda especializada, al super, a vendedores locales, la venta directa por correo e internet, etc. Y tras todos estos esfuerzos se va produciendo una selección de clientes y distribuidores que te van marcando el nivel de aceptación de tu producto. Ello te permite ir planificando el ritmo de producción y el crecimiento, dentro de las limitaciones que tiene tu empresa y tu modelo productivo.

Cuando vas teniendo algunos medios ya puedes crear algunos folletos, catálogos, murales, etc. en los que exponer sintéticamente y con veracidad las características y tipologías de los quesos y la procedencia de la materia prima.

La buena imagen exige estar presentes en los medios que consideres más interesantes del sector alimentario y gastronómico. Ello cuesta un esfuerzo de reflexión permanente sobre el manejo y la sanidad ganadera, los procesos de elaboración y las peculiaridades organolépticas de los alimentos, y sobre la propia filosofía alimentaria y culinaria. Pero no puede dejar de hacerse este esfuerzo porque ya los clientes quieren saber de ti. Sobre todo si has conseguido cinco premios (dos de ellos del MAPA a nivel nacional) en tres años. Ello te compromete a ser transparente y a comunicarte sinceramente con quienes han aceptado tu queso y con la opinión pública en general. Y ello exige un esfuerzo de reflexión, información y opinión al que hay que dedicar tiempo en la Cooperativa, creando un estilo de comunicación propio, que huya de los tópicos y de la propaganda estúpida y sin contenido, que también se da, a veces, en los productos ecológicos.

Todo ello conduce finalmente a nuevos retos y a intentar incorporarse al modelo ecológico, aunque tenga que transcurrir un tiempo en el que hayan de convivir dos formas productivas, de forma bien delimitada, hasta que todos los socios y colaboradores puedan incorporarse a esa agroalimentación con la que soñamos y que no es fácil de conseguir y realizar con la rigurosidad que exige tal denominación.

EL PRÓXIMO OBJETIVO: PRIMER QUESO MANCHEGO ECOLÓGICO

Hemos aludido antes a la poca organización y asistencia técnica que encontramos en la zona de Ciudad Real, sobre todo en la Administración, a la hora de reconvertir la actividad ganadera al

modelo ecológico. La legislación ya sabemos lo exigente que es, lo que implica unos costes productivos altos. Y la burocracia no es pequeña. Si a ello unimos la escasez de las ayudas, todo ello explica la pequeñez del sector ganadero ecológico. La eclosión que se ha producido en el olivar ecológico (más al socaire de las subvenciones que de una práctica ecológica sincera) no es fácil que se produzca en la ganadería. La producción de cereales, leguminosas y oleaginosas para la suplementación en la alimentación animal no llega todavía a testimonial, además de ser prohibitiva económicamente. Y la industria de transformación de materia prima en piensos ecológicos ofrece pocas garantías, aparte de las dificultades de escala para las necesidades existentes.

Recientemente hemos tenido noticias de un par de ganaderías de ovejas manchegas que están acogidas ya a la denominación ecológica y que solo comercializan el cordero ecológico. Parece ser que no encuentran la forma de comercializar la leche como tal. Ello nos ha llevado a conocer estas experiencias e intentar extenderla a algunos de nuestros ganaderos para empezar a elaborar el primer «queso manchego ecológico». Estamos realizando un estudio para ver la viabilidad de esta opción. En él trataremos los aspectos legales. El manejo de las explotaciones,sobre todo en los aspectos de la alimentación y la sanidad. La elaboración,lógicamente separada de la línea convencional. La presentación y comercialización. Y el correspondiente estudio de costes y viabilidad. Ello nos permitirá ver la escala y el momento en que podemos empezar la actividad, integrada en la globalidad de la Cooperativa.

Una de las batallas que habremos de librar es la de convencer a las administraciones de que la defensa sincera de las razas autóctonas, de la ganadería extensiva y de la elaboración ecológica y artesana tiene unos costes reales que exigen unas ayudas concretas. Y si éstas no se producen no habrá forma real de que este sector se implante y se gestione con autenticidad, ya que el mercado no paga los elevados costes de la producción ganadera ecológica.

La defensa de las razas autóctonas por parte de las D.O. y las Comunidades Autónomas (actualmente son un nido de burócratas) debe realizarse mediante un control más exhaustivo de las producciones. Se evitaría de esta forma la extensión de «super razas lecheras», que irán eliminando a las verdaderas razas autóctonas y al modelo extensivo o semiextensivo, al adoptar cada día más los sistemas intensivos que nos han conducido a la reciente crisis de las vacas locas.

Las Comunidades Autónomas y la Administración central (también la UE) deben sustituir la propaganda que hacen en defensa de las razas autóctonas, por medidas concretas de apoyo, con cargo a sus presupuestos, expresadas en programas más ambiciosos de los que hasta ahora existen, que son verdaderamente ridículos para quienes vayan a embarcarse en este tipo de actividades.

DIFICULTADES DE LAS PEQUEÑAS COOPERATIVAS

La experiencia nos ha enseñado que no hay que ser dogmáticos en la fórmula empresarial a utilizar en este tipo de proyectos.

La elección de la cooperativa venía motivada por la situación de relativa igualdad económica de los promotores, con circunstancias similares en cuanto al sometimiento a las grandes industrias del sector. El deseo de emanciparse era colectivo, pero a medida que un proyecto se pone en marcha se perfilan actitudes distintas a la hora de asumir riesgos, colaborar en las tareas cotidianas, utilizar la cooperativa como vehículo de solucionar los problemas particulares, etc. Todo ello crea conflictividad ya que el nivel de conciencia cooperativista no es homogéneo, como tampoco lo es el deseo de ir dando pasos hacia el modelo ecológico. Y, como en todo grupo humano, se desatan intereses por el control de la gestión, de colocar a familiares, etc.

Ello ha hecho que a los tres años hayan salido de la cooperativa cuatro socios, aunque algún caso responda a circunstancias muy particulares. También ha entrado un socio nuevo y hay nuevas solicitudes.

La complejidad de la fórmula cooperativa es que exige una comunión de ideas e intereses difícil de encontrar en estos tiempos, en los que la exaltación de los valores individuales y la cultura del éxito rápido están demasiado extendidos. De hecho no hay más que ver cómo funcionan hoy la mayoría de las cooperativas, tanto en nuestro país como en cualquier otro que elijamos. Muchas veces es difícil distinguirlas de las empresas privadas convencionales. El mercado se encarga de someterlas a la misma dinámica de competitividad y tipo de funcionamiento.

Por todo ello, puede ser a veces más recomendable adoptar una fórmula empresarial en la que los socios adopten unos acuerdos básicos y un modelo de empresa que se respete, más que caer en la proclamación de principios y utopías que luego no se vean reflejados en la práctica.

CONCLUSIONES FINALES

Pensamos que hay muchos emprendedores ganaderos en el medio rural que querrían iniciar su actividad en el modelo ecológico. Sin embargo, las limitaciones tan grandes que existen hasta ahora impiden a muchos de ellos lanzarse a esta aventura, dado los altos riesgos que han de soportar si quieren hacer las cosas bien y no instalarse en algún tipo de fraude o incumplimiento.

No existen todavía cauces adecuados o equipos de asistencia técnica, públicos o privados, que asesoren con realismo (pensando en quienes han de correr los riesgos) a estos ganaderos. Recabar un mayor apoyo de las administraciones es una reivindicación que debe hacer al sector, cuanto antes.

Los circuitos comerciales existentes en el sector ecológico se parecen demasiado a los convencionales. Los operadores suelen correr pocos riesgos y se atienen a los precios del mercado. Ello entraña una gran inseguridad para los ganaderos que muchas veces deben pensar en crear su propio aparato comercial y distribuidor, con el esfuerzo, el riesgo y tiempo que ello conlleva. No se trata de pedir una «comercialización pública», cosa impensable en esta sociedad que nos ha tocado vivir. Pero habrá que buscar fórmulas de participación en algún tipo de distribución ecológica seria, solvente y que sepa compartir riesgos y beneficios, al menos con quienes hagan un buen producto y sean rigurosos en su producción.

La financiación es el talón de Aquiles de las pequeñas empresas. No basta con encontrar los recursos necesarios para empezar la actividad. Además, hay que disponer de capital circulante para financiar las producciones de inmovilizados. En esto las entidades financieras son bastante insensibles al sector ecológico y a las Pymes. Es hiriente que las Cajas de Ahorro e incluso las Cooperativas de Créditos se comporten tan conservadoramente como los bancos convencionales a la hora de financiar proyectos, incluso con los que ya han demostrado su viabilidad. O que las instituciones oficiales suscriban convenios de créditos para esta finalidad que cuando vas a solicitarlos ya están «agotados». Habría que hacer gestiones para que no sólo se exponsoricen «Proyectos Estrella» para lavar la imagen, sino que el sector privado y público ofrezcan financiación especial a aquellos proyectos de agricultura ecológica que acrediten su viabilidad y buen funcionamiento.

Posibilidades de desarrollo del castaño ecológico en el Parque Natural «Sierra de Aracena y Picos de Aroche» (Huelva)

V. MOYA, I. AGUIRRE[1]

[1] E.U.I.T.A. Universidad de Sevilla

RESUMEN

El castaño es un cultivo característico del Parque Natural «Sierra de Aracena y Picos de Aroche» (Huelva). Los castañares actuales están formados por árboles centenarios de variedades principalmente tardías muy adaptados a las condiciones edafo-climáticas de la comarca.

En la actualidad, el sector del castaño en esta zona se encuentra en grave crisis por condicionantes económicos, sociales y medioambientales varios. Sin embargo, el sector del castaño ecológico está en fase de expansión.

En este trabajo se analiza la situación del castañar en la comarca, se describen los factores condicionantes de esta actividad y se proponen líneas de actuación concretas que posibiliten la supervivencia de este sector, mejoren su viabilidad económica y supongan, por tanto, una posibilidad de desarrollo para la comarca. Las propuestas se centran en la reconversión del castañar a la agricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de Aracena y Picos de Aroche se encuentra al norte de la provincia de Huelva en un terreno que, debido a las abundantes precipitaciones, propicia la existencia de espectaculares bosques de castaños centenarios, dehesas, alcornoques y encinas, concentrándose en el macizo centro meridional del Parque.

El castaño es un cultivo de naturaleza agrícola-forestal que ocupa en el Parque una extensión aproximada de 4.760 Ha, de las cuales 1.419 Ha (con 102 operadores) son de castaño ecológico. El crecimiento del número de productores ecológicos se ha producido principalmente a partir del año 1995 y durante el año 2000 ha presentado un gran aumento con respecto a la evolución anterior. Este cultivo de secano se distribuye principalmente como monocultivo, siendo su aprovechamiento principal la producción de fruto comercializado como producto en fresco.

Los objetivos de este trabajo son: describir los condicionantes de la actividad agraria para su adaptación a la producción ecológica y, basándose en la experiencia laboral adquirida en la zona directamente relacionada con el castaño, señalar la importancia social y económica que tiene

esta especie en el Parque Natural, diseñar estrategias para consolidar el desarrollo de las castañas en la comarca y proponer medidas concretas para mejorar el funcionamiento del sector.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO EN LA SIERRA

En los últimos años, el castaño está sufriendo una profunda crisis económica ocasionada por distintos factores: las difíciles condiciones climáticas, el aumento de los costes de producción, el estancamiento o la disminución de los precios de venta del producto, la falta de asesoramiento técnico en las prácticas adecuadas para el cultivo…, lo que ha dado lugar a una disminución cualitativa y cuantitativa del rendimiento (aproximadamente 500 kg/ha) y a una falta de rentabilidad económica. Todo ello ha desembocado en el progresivo abandono de los cuidados del cultivo en las explotaciones.

Teniendo en cuenta la edad longeva de los castaños en la comarca, las producciones señaladas corresponden a un discreto rendimiento. No obstante, la producción varía en función del desarrollo del árbol, que en ejemplares jóvenes puede llegar a producir 3.5 tm/ha (se trata de datos estimados, dependiendo del manejo del cultivo).

En la comarca, la capacidad productiva media de las variedades denominadas «Tardías», corresponden principalmente a un tamaño medio de 65 unidades/ kg (categoría denominada 3A), equivalente a un buen calibre, lo que proporciona la posibilidad de elaborar algunos productos muy demandados como el «*marrón glassé*». Cabe señalar también la dificultad al pelado de esta especie en la zona, lo que encarece el proceso industrial.

En la Sierra de Aracena, las explotaciones agrarias presentan grandes ventajas para su adaptación a la producción ecológica por reunir muchas de las cualidades de un sistema ecológico, debido a su baja intensificación, a la ausencia de utilización de productos químicos de síntesis y a la gran biodiversidad que generalmente presenta el agrosistema del castañar.

El objetivo del establecimiento del sistema ecológico es mejorar el manejo agrícola del castañar, respetar y mejorar la fertilidad de los suelos, proporcionar un adecuado control fitosanitario, aumentando la producción y la calidad del fruto. Estas actuaciones logran aportar una mayor valoración y mejor aprovechamiento del castaño y permiten un incremento de la rentabilidad económica en las explotaciones de la comarca.

El 9 de mayo de 2002 se publicó la orden de ayudas para la gestión sostenible de los recursos forestales, previstas en el Decreto 280/2001 que favorecen los tratamientos silvícolas del castaño (desbroce, poda, selección de brotes y laboreo).

CONDICIONANTES DE LA ACTIVIDAD AGRARIA EN LA ZONA DE ESTUDIO

Los condicionantes más importantes que afectan al sector de la castaña en la comarca se podrían resumir en:

Condicionantes medioambientales

La zona centro sur del Parque, en la que se distribuyen los castaños, se caracteriza por un clima mediterráneo templado (con un régimen de humedad denominado Mediterráneo húmedo),

donde aparecen los valores más altos de precipitación y más bajos de temperatura, siendo en general esta zona la más fría y húmeda del Parque Natural.

Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 12ºC y 16ºC, con una precipitación media anual de 1.125 mm y un período seco que comprende desde el mes de julio hasta el mes de septiembre, con el mes de junio como mes subseco. Para superar las altas temperaturas del período estival, el castañar suele ocupar las zonas de umbría, donde la exposición solar disminuye y la humedad del suelo persiste durante más tiempo.

El régimen de heladas indica que los meses con mayor riesgo de temperaturas bajas son noviembre, diciembre, enero, marzo y abril. La adaptación del castaño a la montaña se justifica por su floración tardía (aproximadamente 15 de junio) y por el rápido desarrollo del fruto (cuatro meses de media), lo que permite la recolección antes de la aparición de las heladas tempranas de otoño.

El suelo presenta un relieve montañoso, con pendientes moderadas, cuyo perfil es en general profundo y de color pardo rojizo muy oscuro, propio de la zona de castañares. Los contenidos de materia orgánica son medios (en torno al 2%) y el pH es neutro o ligeramente ácido. Aunque el castaño prefiere suelos silíceos, la presencia de suelos asociados a calizas proporcionan condiciones favorables para su desarrollo, siempre que la caliza activa sea baja.

Condicionantes legales

La Sierra de Aracena y Picos de Aroche está amparada con la denominación de Espacio Natural Protegido. Con ello se intenta que el desarrollo rural de la comarca combine adecuadamente el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la conservación medioambiental.

La figura del Parque hace de este ámbito el más adecuado para la puesta en marcha de una planificación ecológica. Cabe añadir que la distribución del castaño no presenta condicionantes en cuanto a los límites legales que los Planes de Uso y Gestión del Parque Natural dictaminan sobre la protección de los espacios.

En la actualidad, algunos agricultores muestran recelos infundados acerca de los supuestos perjuicios que la declaración del Parque Natural haya podido traer a la zona: límites legales sobre el control de las vías de acceso, cerramiento de fincas, técnicas agrícolas… Sin embargo, estas medidas en cierto modo restrictivas pueden resultar en su aplicación alguna incomodidad, aunque conllevan beneficios a largo plazo. Un ejemplo es *«Doñana 21»*, distintivo de calidad creado en el Parque Nacional de Doñana por empresas de la comarca con certificaciones ISO 9000 (parámetros de calidad) e ISO 14000 (gestión medioambiental), que otorgan un marchamo de calidad y prestigio internacional.

Condicionantes socio-económicos

La evolución demográfica se ha mantenido en un nivel de crecimiento bajo, lo que ha ocasionado un aumento de la población envejecida.

La superficie se encuentra muy parcelada, con más del 95% de las subparcelas dedicadas al castañar con dimensiones inferiores a 5 Ha (microfundio), situación que condiciona notablemente la posibilidad de producir grandes cantidades en cada una de las explotaciones. Respecto

al régimen de propiedad, hay que indicar que un 99% de la superficie se cultiva en régimen de propiedad y sólo un 1% lo hace bajo la forma de arrendamiento.

Es necesario destacar que en la actualidad los ingresos generados por la venta de la producción del cultivo, son un 30-40% superiores en el caso del cultivo ecológico al compararlos con la castaña convencional.

Condicionantes de mercado:

La distribución y venta de las producciones es uno de los puntos que más preocupan a los agricultores y elaboradores. La comercialización de la castaña convencional se realiza principalmente a través de cooperativas, en las que el precio medio de las últimas campañas estaba alrededor de 0.78 euros/kg (130 ptas/kg). En cambio, cuando el producto es gestionado a partir de almacenistas locales, el precio es menor.

La comercialización de la castaña ecológica se realiza a través de las cooperativas, que la distribuyen como producto en fresco a la industria de elaboración y envasado de conservas que existe en la zona para comercializarla después como producto transformado (castañas congeladas y castañas enteras en conserva). Estos productos se dirigen tanto al mercado exterior como interior, distribuyéndose a supermercados, grandes almacenes y tiendas especializadas.

Cada vez, en mayor medida, los mercados demandan no sólo la castaña en fresco para el consumo directo, sino una castaña ecológica de alta calidad y calibre. También se está comenzando a demandar la castaña «ultracongelada», una nueva forma de presentación, que se ofrece pelada y una vez descongelada mantiene todas sus propiedades. Asimismo, existe una continua revaloración de castañas ecológicas en el mercado exterior, que afortunadamente contribuye a aumentar el desarrollo de estos productos.

La transformación de la castaña en *«marrón glassé»* está considerada como un producto de lujo, lo que permite aumentar considerablemente el valor del fruto.

¿POR QUÉ RECONVERTIR EL CASTAÑAR DE LA SIERRA A LA AGRICULTURA ECOLÓGICA?

La especie *«Castanea sativa Mill»* puede ser explotada en la comarca objeto de este trabajo de una forma más rentable si se orienta hacia el cultivo ecológico, dirigido tanto hacia el consumo en fresco como hacia la transformación industrial. Las razones que justifican esta afirmación son:

- Debido a las especiales condiciones climáticas y a las características tradicionales del cultivo en la comarca, no se ha observado en ninguna finca «el efecto depresivo» de las producciones a menudo derivado del cambio de la agricultura convencional a la agricultura ecológica.
- No es necesario, como en otros casos, un período de transición en el que los agrosistemas superen los efectos residuales de fertilizantes y fitosanitarios químicos aplicados con anterioridad a la reconversión. Existe la posibilidad de reducir el período de reconversión a un año.

- Los precios de la castaña convencional como fruto en fresco tienden a mantenerse o a descender. En el caso de la castaña ecológica, las industrias garantizan un precio de compra mínimo.
- La UE establece un régimen de ayudas sobre métodos de producción agraria compatibles con la protección del espacio natural (Reglamento CEE 2092/91). La ayuda para el fomento de la agricultura ecológica a la que se acogería el cultivo del castaño, corresponde a una prima de 119 euros/ha (19.800 ptas/ha), la cual se percibe al 100% durante 5 años.
- Existe la posibilidad de crear una *DENOMINACIÓN DE ORIGEN ESPECIFICA*: declarar a la zona como «Comarca Ecológica», aprovechando todas las posibilidades que ofrece el entorno agrícola y paisajístico del Parque.

Ante la reciente noticia de la reforma de la política agraria común tendente a la modulación de las ayudas directas al campo en relación a las demandas de la sociedad (alimentos de calidad, alimentos seguros y sostenibles en su producción con el medio ambiente y el entorno paisajístico), la agricultura ecológica puede verse claramente favorecida.

ESTRATEGIAS DE ACTUACIÓN PARA EL SECTOR DE LA CASTAÑA

Ante la problemática que está atravesando el sector de la castaña, las cooperativas y agricultores buscan soluciones para que el castañar vuelva a ser rentable, aumente la producción y la calidad de sus productos. El objetivo es diversificar su aprovechamiento con el desarrollo de productos ecológicos elaborados, ya que se observa un aumento a nivel internacional del consumo de derivados de este fruto.

Conociendo la situación del sector del castaño en la provincia onubense, se exponen las estrategias de actuación que se podrían llevar a cabo para garantizar el futuro de esta especie en la zona.

En la producción:

- Caracterización técnico-económica de las explotaciones dedicadas a la agricultura ecológica en la zona, que permita su comparación con los sistemas de agricultura convencionales, lo que aportaría un mejor conocimiento de estos sistemas de producción y demostrar su viabilidad económica.
- Intervenciones dirigidas a una mejor coordinación de los productores: fomentar la asociación de los pequeños propietarios en cooperativas y la fusión de éstas en entidades mayores que permitan una mejor defensa de sus intereses.
- Mejora de las técnicas de cultivo: favorecer una renovación varietal progresiva en las plantaciones de castaños para asegurar la persistencia de este cultivo en la zona.

En la elaboración o transformación de las producciones:

- Promover la transformación de la castaña ecológica, tramitar ayudas a la industria para la elaboración o transformación de este producto y la adaptación de las existentes.

- Solicitar ayudas para la instalación de servicios comunes en las agroindustrias del sector de la producción ecológica.
- Desarrollar normas de elaboración y transformación ecológicas de los productos derivados de la castaña para aumentar la garantía sobre los productos elaborados.

En la comercialización:

- Realizar un plan de promoción de la castaña ecológica, llevando a cabo campañas de divulgación de los productos de este cultivo en asociaciones de productores y consumidores, tiendas especializadas, grandes superficies, mercados municipales…
- Potenciar la divulgación e información a los consumidores, para adecuar este nuevo mercado a las necesidades del consumidor. Debe promoverse un mejor conocimiento del valor nutritivo de la castaña ecológica.
- Promover la creación de estructuras comerciales que faciliten la concentración de la oferta, poniendo en contacto a los productores y comercializadores con el fin de abaratar costes y garantizar el suministro a los centros de venta de manera continuada.

En el desarrollo y seguimiento del sector:

- Crear un servicio de asesoramiento técnico a los agricultores ecológicos para conseguir efectuar la renovación de variedades y así asegurar la persistencia de los castaños y generar una demanda aceptable y sostenida de la castaña en el mercado ecológico.
- Realizar un seguimiento de la evolución del mercado de los productos más representativos del sector de la castaña ecológica, para hacerlo más competitivo y así incentivar el consumo.
- Promover la creación de una tasa ecológica que grave las crecientes actividades turísticas de la zona para potenciar el sector ecológico primario, atractivo básico para el turismo de la comarca.

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN AGRARIA JÓVENES AGRICULTORES DE HUELVA (2002). «Ayudas para el Sector Forestal». *Campo Actual,* nº 0, 11 pp.

ASOCIACIÓN AGRARIA JÓVENES AGRICULTORES DE HUELVA (2002). «La Etiqueta Doñana 21, Calidad Natural Agroalimentaria». *Campo Actual*, nº 0, 21 pp.

BERROCAL DEL BRÍO, M.; GALLARDO LANCHO J.F.; CARDEÑOSO HERRERO J.M.; BARRERO RODRÍGUEZ, E. (1998). *El Castaño.* Ed. Mundi-prensa. Madrid, 288 pp.

CAMPOS PALACÍN, P. (1994). «Beneficios Comerciales y Agroambientales de los Sistemas Agroforestales». *Una Economía Ecológica. Los Aprovechamientos del Castaño como instrumento de Desarrollo Local Sostenible*. Ed. Ingrafi. Madrid, 43-49.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA (1996). *Las Castañas en Andalucía. Programa para su Desarrollo y Consolidación.* Sevilla. Julio 1996, 14 pp.

DÍAZ OJEDA, F.; EREZA DÍAZ, M.; RODRÍGUEZ EADY, A. (1995). *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de Sierra de Aracena y Picos de Aroche*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla, 83 pp.

FAJARDO DE LA FUENTE, A.; TARÍN ALCALÁ-ZAMORA, A. (1999). *Sierra de Aracena y Picos de Aroche.* Miguel Ángel Marín. Sevilla, 78 pp.

FERNÁNDEZ CHAVERO, Mª V. (1997). *El Castañar: Nuestro Bosque Artificial.* Iniciativas Leader. Sierra de Aracena y Picos de Aroche, 69 pp.

IGLESIAS FERNÁNDEZ, M. (1994). *Sierra de Aracena y Picos de Aroche. Huelva.* Patrimonio Provincial de Turismo de Huelva, 97 pp.

LAMPKIN, N. (1998). *Agricultura Ecológica.* Ed. Mundi Prensa. Madrid, 724 pp.

PEREIRA LORENZO, S.; FALETTÍ, P.; POSADA GONZÁLEZ, M. E.; CARCELÉN FERNÁNDEZ, E. (1998). *Jornada Agroalimentaria sobre la Castaña y los Frutos del Bosque.* Proyecto Naturadapt. Fondo Social Europeo. 18/ Marzo/ 98. Fuenteheridos (Huelva), 1-51.

RUBIO, J. (2002). «Fischler propugna la modulación en pro de la justicia social europea». Diario de Sevilla, 11/7/02.

La producción ecológica de manzano en Cataluña: estado actual y perspectivas

JUAN ISART[1], NATINA VALLE[1,2]

[1] Laboratorio de Entomología y Análisis Ambiental – Agroecología (LEAAM-Agroecología). CID-CSIC, Jordi Girona 18-26. 08034 BARCELONA. E-mail: leaam@cid.csic.es
[2] Con la colaboración de Alba SEGURA y Natina ISART

RESUMEN

Se ha realizado un breve estudio sobre la situación actual del cultivo de manzano en las principales zonas productoras de Cataluña, como frutal de gran importancia. Se estudia su evolución durante los últimos años mediante algunas encuestas, incluyendo investigaciones y experiencias propias.

En Cataluña se ha extendido mucho durante los últimos años la Producción Integrada de Manzana. Se pretende dar una visión holística de la situación del sistema de producción ecológica de este frutal, dando especial importancia a variedades autóctonas y a las prácticas culturales tradicionales, especialmente en lo que concierne a fertilización, podas, aclareo de frutos, manejo de plagas, enfermedades y arvenses. Se estudia el proceso de conversión a la agricultura ecológica, ya que para determinadas variedades la conversión a este sistema productivo puede ser un paso muy fácil. Se detectan los principales problemas que pueden presentarse.

A pesar de las dificultades de obtener, al menos en los primeros años, una buena manzana ecológica de mesa, con el simple y racional aprovechamiento de los recursos naturales existentes, se puede concluir que la conversión a la agricultura ecológica del cultivo del manzano en Cataluña resulta bastante factible y prometedor, por lo menos en las condiciones ecológicas en que se desarrolla. En determinados casos, incluso se puede afirmar que hay algunos agricultores, generalmente autosuficientes, que practicando un tipo de agricultura tradicional, producen manzana ecológica sin tener la etiqueta oficial distintiva para tal tipo de producción.

INTRODUCCIÓN

Nuestra Unidad ha dirigido la Red Europea para la Coordinación de la Investigación Científica en Agricultura Ecológica (ENOF), y como resultado de la misma se publicó el Libro Blanco sobre la Investigación en Agricultura Ecológica (ISART y LLERENA, 1999). Lamentablemente, todos los acontecimientos e investigaciones que se sucedieron en el seno de ENOF so-

lamente se publicaron en inglés por encargo de la propia UE, que auspiciaba y promocionaba la indicada Red. Paralelamente, también hemos desarrollado diferentes proyectos de investigación en el mismo campo, dentro de los distintos Programas Marco de la UE. Con esta perspectiva comprendemos que muchos de los resultados obtenidos en los trabajos que se han llevado a cabo, no han llegado directamente al agricultor, y sin embargo creemos que debería ser el primero en conocerlos.

Últimamente, hemos intentado promocionar la investigación en Agricultura Ecológica en nuestro país dado el poco interés que «realmente» muestran la mayoría de Comunidades Autónomas. En el caso de Cataluña, por ejemplo, la Administración trata de indicar que apoya la agricultura respetuosa con el medio ambiente mediante ayudas agroambientales, pero suele mezclar de una manera un tanto absurda la Producción Ecológica y la Producción Integrada, creando incluso confusión en el propio sector (DARP, 2002, páginas 15-18). Ante tales circunstancias, por nuestra parte, hemos apoyado la presentación en España de Proyectos de Investigación en el campo de la Agricultura Ecológica, uno de los cuales –coordinado por el Dr. Dapena– trata del «Desarrollo de Sistemas de Producción de Manzano en Agricultura Ecológica», el cual ha sido aprobado recientemente por la DGICYT, dentro del Programa Nacional de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias. Se trata de un proyecto coordinado en el que intervenimos el SERIDA, en Asturias, y el IRTA (Fundació Mas Badia, de Girona) en colaboración con el CSIC (LEAAM-Agroecología, de Barcelona), en Cataluña.

Una de nuestras líneas de investigación –abordada más recientemente– es la referente a conocer la problemática existente en cada uno de los sectores de la producción agraria ecológica. Previo a dicho estudio nos parece necesario conocer el estado actual en que se encuentran los diferentes sectores. Empezamos con el caso del olivar ecológico (CASAS-GRIERA e ISART, 2002), y ahora –consecuencia del proyecto antes mencionado– lo hemos emprendido con el manzano, dentro del sector frutícola.

Con el trabajo que presentamos se pretende dar una visión general del estado actual del cultivo de manzano en producción ecológica en Cataluña, señalando las perspectivas de futuro que puede tener. En un trabajo posterior trataremos con más detalle la problemática existente haciendo un análisis de acuerdo con las variedades utilizadas, las técnicas empleadas y las expectativas de transformación y mercado.

LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA EN CATALUÑA

Si comparamos la superficie que Cataluña tiene inscrita en el Registro de Agricultura Ecológica con la superficie inscrita en las diferentes Comunidades Autónomas, se observa que ocuparía el tercer lugar después de Extremadura y Andalucía, sobre un total de 485.140 Ha (Figura 1). En España, quitando la superficie de pastos y bosques (unas 240.000 Ha), sólo el 2 por 100 de esas Ha se dedican al cultivo de frutales y cítricos en conjunto (Figura 2).

Resulta evidente que en Cataluña, al menos durante los últimos años, se ha apoyado mucho más la Producción Integrada que la Producción Ecológica. No hay más que comprobar el último informe del «Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca» (DARP, 2002). No obstante, como ya indicábamos cuando hablamos del olivar ecológico (CASAS-GRIERA e ISART, 2002), es preciso señalar que la superficie total en Producción Ecológica inscrita en el CCPAE (Consell Català de la Producció Agrària Ecològica) para el año 2001, se ha multiplicado por cinco

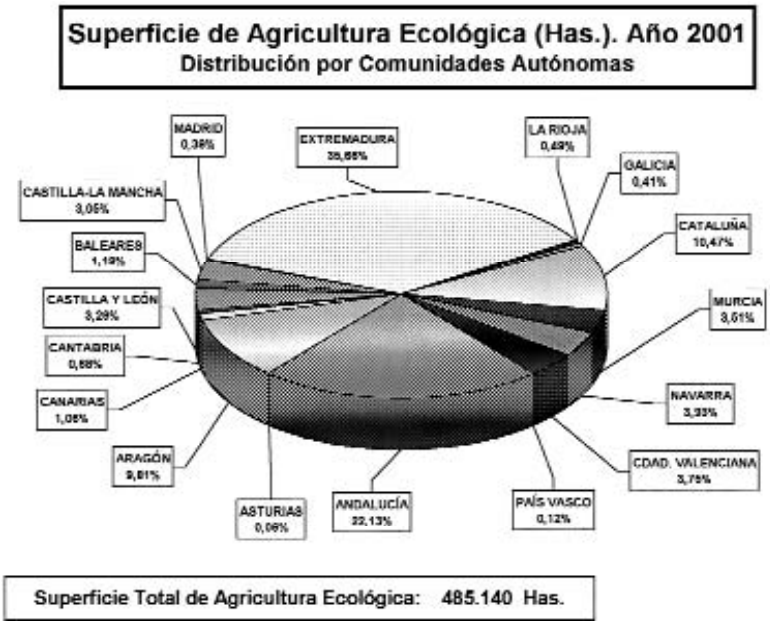


Figura 1. *Distribución, en porcentaje, de las 485.140 Ha de producción agraria ecológica en las diferentes Comunidades Autónomas españolas (Fuente MAPYA, 2002)*

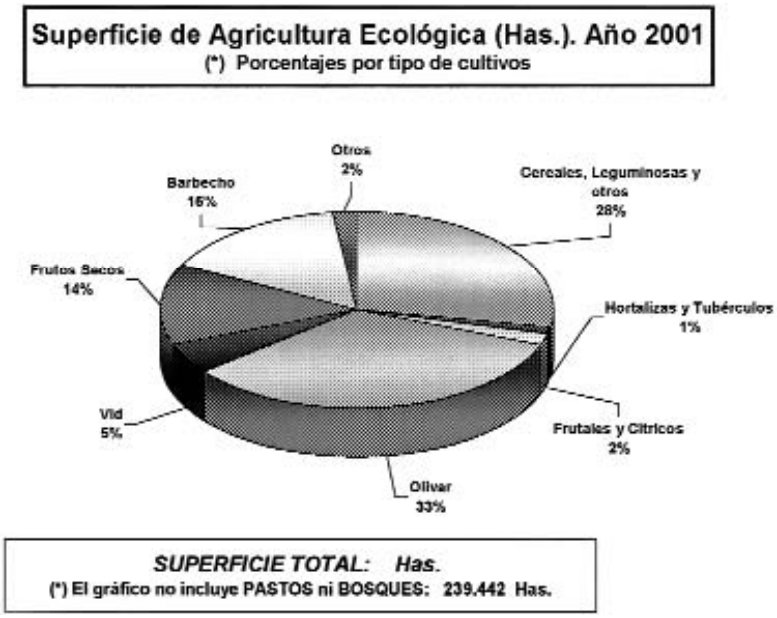


Figura 2. *Distribución, en porcentaje, de la superficie de 485.140 Ha de producción agraria ecológica por tipos de cultivos o aprovechamientos (Fuente MAPYA, 2002)*

respecto a la del año anterior. Actualmente constan en el Registro 50.789 hectáreas, de las cuales el 84% se encuentran en fase de conversión, ya que mucha de la nueva superficie inscrita son pastos, aproximadamente unas 45.000 Ha (Tabla 1). 94.41 Ha se dedican a frutales y cítricos en conjunto lo que, prescindiendo de pastos y bosques (45.030 Ha), equivale a un 1.6 por 100 y, si se consideran solamente los frutales (85.96 Ha), excluyendo a los cítricos, el porcentaje se baja a un 1.5 por 100.

Tabla 1. Distribución de la superficie inscrita en Agricultura Ecológica, en Cataluña, por provincias y por cultivos y/o aprovechamientos. 2001-2002 (Fuente CCPAE. 2002)

Provincia / Cultivos o Aprovechamientos	Cereales, Leguminosas y Otros	Hortalizas y Tubérculos	Cítricos	Frutales	Olivar	Vid	Frutos Secos	Sub-tropicales
Barcelona	373,37	18,38	0,23	11,29	2,24	371,48	23,97	2,31
Girona	147,28	27,08	0,00	15,06	12,31	12,35	8,13	0,00
Lleida	658,34	41,63	0,00	36,66	1.356,30	49,58	371,36	0,36
Tarragona	173,47	53,00	8,22	22,95	284,25	123,82	269,20	0,08
Total Cataluña	**1.352,46**	**140,09**	**8,45**	**85,96**	**1.655,10**	**557,23**	**672,66**	**2,75**

Provincia / Cultivos o Aprovechamientos	Aromáticas y Medicinales	Bosque y Recolección Silvestre	Pastos, Praderas y Forrajes	Barbecho y Abono Verde	Semillas y Viveros	Otros	TOTAL
Barcelona	79,75	2.697,95	759,51	101,89	0,01	21,40	4.463,78
Girona	10,33	1.756,78	646,06	93,43	0,02	3,36	2.732,19
Lleida	12,31	2.133,78	33.172,17	839,17	2,50	0,09	38.674,25
Tarragona	3,49	655,71	3.208,91	109,80	4,99	1,44	4.919,33
Total Cataluña	**105,88**	**7.244,22**	**37.786,65**	**1.144,29**	**7,52**	**26,29**	**50.789,55**

EL CULTIVO DEL MANZANO EN CATALUÑA

La pomología ha sido una de las ramas de la fruticultura más cultivadas y tradicionales en Cataluña. De antaño se han sucedido las investigaciones para mejorar la producción y calidad de la manzana de mesa, tanto desde un punto de vista técnico como económico. No hay más que ver una serie de publicaciones que desde el primer tercio del siglo pasado se remontan a nuestros días. Por citar algunas de ellas, se pueden mencionar los trabajos de Matons (1918 y 1920), de Riera (1938 y 1949), Bardia (1937, 1943 y 1967), Morell (1974), Isart y col. (1988), Carbó (1991), Batllori y Vilajeliu (1998) e Iglesias y col. (1997-2000), las cuales marcan una trayectoria continuada en la investigación para la mejora del cultivo del manzano.

Conviene también indicar que en Cataluña se ha estudiado incluso la posibilidad de obtener manzana para su transformación en sidra, particularmente en el área de Lleida (Segrià), habiendo obtenido resultados un tanto prometedores con variedades tales como «Teó-

rica», «Clara», «Montoto», «Carrió», «Colunga», «Reineta Gris de Granda», «Raxao», «Reineta de Regil» y «Rosalisa». Se consideraron realmente interesantes las variedades «Montoto», «Parda» y «Teórica», así como la «Clara» –con poca acidez–, por su elevado contenido en tanino (ALVAREZ-REQUEJO, 1974). Tanto es así que actualmente existe en Alpicat (Lleida) una industria transformadora para la producción de sidra, filial de una empresa con sede en Navarra.

Como base de lo que posteriormente ha constituido la Producción Integrada, también se trabajó en el campo de la lucha integrada (BATLLORI y col., 1988; ISART y col., 1988), y actualmente la mayor parte de la manzana de mesa producida en Cataluña, se comercializa en el marco de esa producción (VILAJELIU, 1995; BATLLORI y VILAJELIU, 1998).

EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL MANZANO EN CATALUÑA

Si nos concretamos al cultivo de manzano, actualmente en Cataluña hay una superficie cultivada de unas 17.000 Ha, la mayoría de ellas en Producción Integrada. Sólo hay unas 17 Ha en producción ecológica, lo que representa tan solo el 0.1 por 100 (Figuras 3 y 4).

Desde un punto de vista ecológico, la distribución del cultivo en Cataluña por provincias muestra que este frutal, en consonancia con el cultivo de frutales ecológicos en general (Gráfico 4), se halla más extendido en el área de Lleida (10.5 Ha) siguiéndola muy de lejos Tarragona (3.5 Ha) y Girona (2.5 Ha), y con una mínima presencia en Barcelona (Figura 5).

Hay agricultores que emplean la metodología de la Agricultura Biodinámica, basada en las 8 conferencias del curso que en 1924 dio el doctor Rudolf Steiner a los agricultores en Koberwitz (Austria), y en diferentes estudios y monografías clásicas posteriores como la de Kabisch (1972) o la de Sattler y Wistinghausen (1992); también en los trabajos más recientes de Wistinghausen (1998) y de Thun (2000-2001). Sin embargo, la mayoría de agricultores se inclinan por aplicar la agricultura tradicional, ecológica o biológica, en base a los trabajos de Stoll (1989), Domange (1991), Guet (1993), Altieri (1999), Labrador y Reyes (1999), y de Nichols y col. (2001), entre otros.

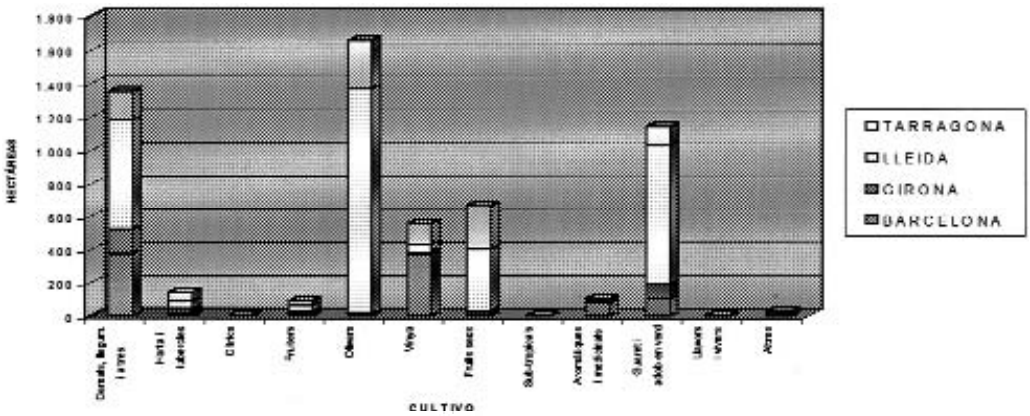


Figura 3. *Superficie inscrita en el CCPAE por tipo de cultivo (sin pastos ni bosque), 2001 (Fuente: CCPAE, 2002)*

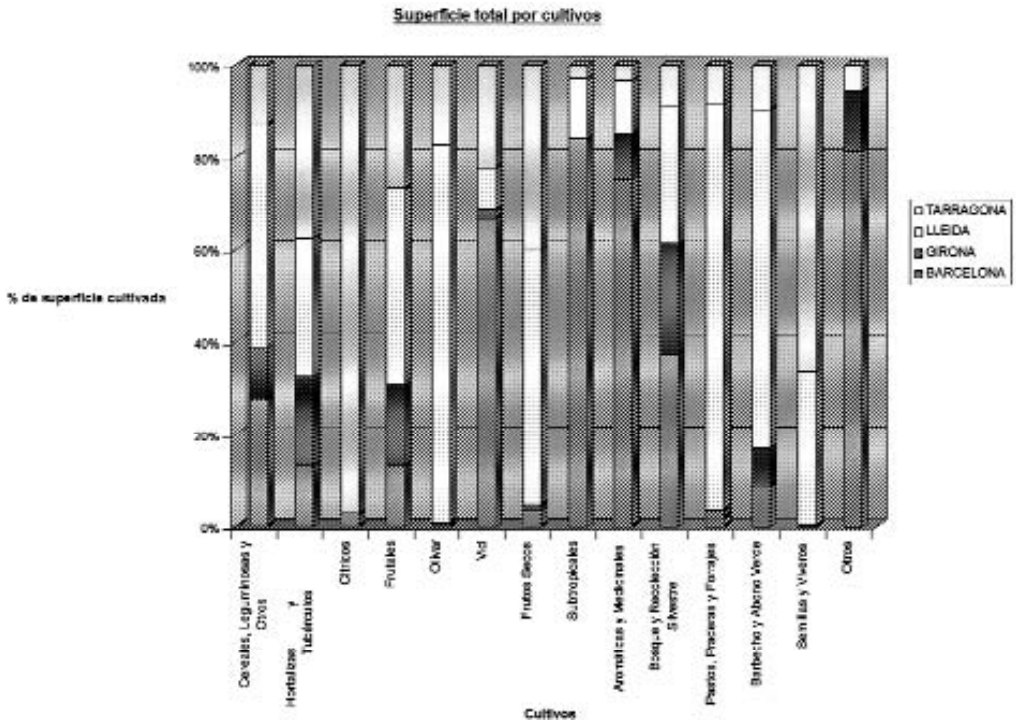


Figura 4. *Superficie, en porcentaje, de cultivo ecológico (sin pastos ni bosque), 2001 (Fuente: CCPAE, 2002)*

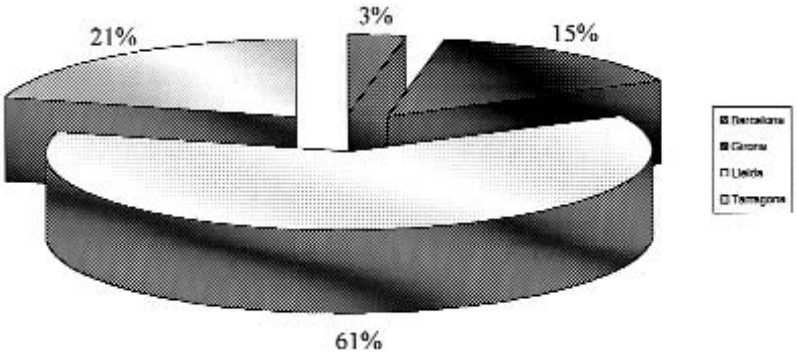


Figura 5. *Distribución del cultivo ecológico del manzano en Cataluña, 2001-2002*

Manejo del cultivo

La mayoría de agricultores manejan plantaciones antiguas. Hay muy pocas plantaciones nuevas. Las variedades que se cultivan son muy diversas, y algunos agricultores cultivan diferentes variedades en la misma parcela independientemente de que se utilicen como polinizadoras o no.

Las variedades más comunes son del grupo «Golden», «Gala» y «Delicious», pero también algún caso aislado de «Fuji». Así nos encontramos con variedades del grupo «Gala» como la «Gala must», la «Galaxy» o la «Royal Gala», de «Delicious» como la «Topred» o la «Early Red One» y de «Golden» como la «Golden Delicious» y la «Golden Suprema». Algún agricultor indica que tiene variedades con el nombre de «Verde Doncella» y «Nova Europa».

En la Estación Experimental de Mas Badia, en el área de Girona, se ha hecho una nueva plantación de la variedad «Brookfield - Gala» intercalando «Granny Smith» como polinizadora, y al mismo tiempo se ha plantado una fila con otras variedades alternadas con el fin de seguir y estudiar su desarrollo y posibilidades de introducción en Agricultura Ecológica.

El aclareo de frutos, si se hace, es una práctica que se realiza a mano, pero algunos agricultores que llevan la manzana para su industrialización no suelen hacerlo.

Los problemas más importantes que existen en la producción de manzana de mesa ecológica lo constituyen las plagas, enfermedades y arvenses que afectan al cultivo.

Por lo que respecta a plagas, se puede apuntar que las más importantes son la *Carpocapsa pomonella* L. y el «Pulgón ceniciento», *Dysaphis plantaginea* Pass., causando casi siempre problemas graves. Determinados años, especialmente según la climatología, los «Caracoles» y algunas «Aves», como la denominada popularmente «Garça de bosc» (seguramente una subespecie de *Cyanopica cyanus*, parecida en costumbres a la ssp. *cooki*, que no parece encontrarse en Cataluña), pueden producir daños de consideración. Últimamente, en algunas zonas, han reaparecido el «Piojo de San José» y la «Araña Roja», y en otras se ha incrementado la presencia de «Tigre». El «Taladro de la madera», *Zeuzera pyrina* L., aunque presente, no suele tener gran incidencia. En la mayoría de zonas se evitan los daños que puede producir la «Mosca mediterránea de la fruta», *Ceratitis capitata* Wied., de acuerdo con las variedades que cultivan. Tanto el «Piojo de San José» como la «Araña Roja» se presentan de forma muy accidental y no suelen perjudicar demasiado la cosecha. Sin embargo, la importancia de las plagas es muy variable de unas zonas a otras, y según los años, lo cual permite considerar y conocer mejor cuáles son las condiciones ecológicas de desarrollo de las mismas. Este año, por ejemplo, debido a los intensos fríos que se han producido en otoño-invierno pasado, hay algunas plagas que no se presentarán o aparecerán más tarde, cuando ya no puedan producir daños en la cosecha de manzana.

Como medidas de lucha contra «Carpocapsa» se suelen emplear, con distinta eficacia, según los años y las condiciones de aplicación en la zona respectiva, la «Confusión sexual» con «feromonas», ayudada con aplicación de un insecticida microbiano, «granulovirus», y finalmente si se hace necesario «rotenona». Contra los «Áfidos», si es necesario, se emplean también «rotenona» con «jabón potásico» y «Neem», asimismo con distintos resultados de eficacia.

Por lo que respecta a enfermedades cabe destacar el «Moteado» o «Mota», *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint., muy extendido por todas las zonas productoras. Para combatirla se suelen utilizar los compuestos de cobre autorizados.

La escarda o siega de arvenses es la práctica más habitual para combatirlas. La mayoría dejan el producto de la siega sobre el terreno.

Manejo del suelo

No suelen existir problemas para el manejo del suelo, ya que se aplican fertilizantes orgánicos, estiércoles compostados y compostajes producidos por los mismos agricultores, o adquiri-

dos comercialmente. Sólo se aplican minerales autorizados cuando el suelo y la vegetación lo demanda. Hay que destacar, sin embargo, que sólo unos pocos agricultores realizan análisis de suelos y foliares, comprobando las posibles o aparentes deficiencias mediante la observación visual, y corrigiéndolas si es necesario. El cuidado de las lombrices de tierra es tarea a la que algunos agricultores le dedican su tiempo, recogiéndolas incluso de una zona de la parcela para introducirlas en otras zonas de la misma.

Manejo de la producción

La manzana ecológica de mesa se recolecta en muy baja proporción. La producción de manzana ecológica se destina, al menos en la actualidad, mayormente para la industria de transformación en zumos.

La manzana de mesa se suele introducir en el mercado mediante cooperativas. También por la venta directa del agricultor al consumidor, a través de tiendas establecidas en la propia finca o bien en los mercados locales. La manzana para industrialización suele dirigirse a los grandes transformadores, uno de ellos ubicado en el área de Lleida, en Cataluña.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La importancia del cultivo de manzano en producción ecológica podríamos decir que es mínima. Especialmente en el área de Lleida, los últimos acontecimientos que se han producido –heladas y pedrisco principalmente–, hechos que se producen con cierta frecuencia (ORTIZ, 2002), hace pensar a los agricultores que algunas zonas no son propias para el cultivo de manzano, al menos considerando las variedades que cultivan. En las zonas más problemáticas, algunos de ellos incluso han empezado a pensar en sustituir el manzano por el membrillo, el cual ofrece mayores posibilidades de obtener y ofrecer un producto ecológico de calidad. A pesar de todo, hay muchos agricultores, ahora no ecológicos, que se están preparando para pasar a la conversión, algunos de ellos desde la Producción Integrada.

Las variedades de manzano que se cultivan en agricultura ecológica en Cataluña son muchas en relación con la superficie dedicada a este frutal. Hay que estudiar con más detalle estas variedades y otras que tenemos a nuestra disposición para encontrar las más idóneas en cada zona de cultivo.

En el capítulo referente a plagas, hay que indicar que tenemos variedades resistentes a *Dysaphis*, así como al «Pulgón lanígero» (*Eriosoma lanigerum* Haussm.), aunque este último no es frecuente en nuestras plantaciones. Afortunadamente tampoco encontramos con frecuencia otros áfidos que atacan al manzano como *Aphis pomi* De Geer.

Si los «Nematodos» los consideramos como patógenos, hay que decir que no se observan problemas en este aspecto, como tampoco hemos detectado, por el momento, problemas de virosis ni fitoplasmas. También tenemos variedades resistentes a la «mota».

La lucha contra arvenses suele tener problemas solamente en las nuevas plantaciones, cuando los árboles son de porte bajo. Las mayores dificultades se presentan especialmente en los primeros años de la plantación.

Figura 1. *Distribución del cultivo ecológico de manzano en Cataluña, 2001-2002*

Si tenemos en cuenta, además del clima, la existencia de determinadas plagas y/o enfermedades –especialmente Carpocapsa, Áfidos, Mosca mediterránea y moteado–, así como la dificultad de reducir la competencia con arvenses, el problema se agudiza y la mayoría de agricultores optan por producir manzana para su transformación en zumos, llevando sólo una pequeña parte de la producción para manzana de mesa. Tales circunstancias hacen que, especialmente en los primeros años, se produzca manzana para industrialización en lugar de manzana de mesa, apropiada para su comercialización. La producción de manzana ecológica de mesa lleva, por lo general, unos años previos de producción de manzana para la industria. En este sentido, hay agricultores que inician la conversión pensando en producir manzana para la industria.

Actualmente estamos estudiando el comportamiento de todas las variedades que se cultivan y algunas otras existentes en los viveros según sus características, como posibles de interés para su cultivo ecológico, según las zonas, siendo éste uno de los objetivos del proyecto mencio-

nado que coordina el Dr. Dapena. En el mismo proyecto tratamos de estudiar otros aspectos de la producción como el aclareo y la lucha contra determinadas plagas y enfermedades presentes en Cataluña.

AGRADECIMIENTOS

Sería muy larga la lista de personas a las que tenemos que agradecer sus aportaciones. Sin embargo no podemos dejar de mencionar que estamos muy agradecidos al CCPAE, que nos facilita toda la información que precisamos acerca de los agricultores ecológicos inscritos en el Registro. Asimismo a estos últimos y muchos otros agricultores que han colaborado en las encuestas y aportado datos de interés para la elaboración y redacción de este trabajo preliminar, especialmente en producción ecológica, y que siguen dispuestos a colaborar en la empresa de mejorar la producción en beneficio de todos.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable.* Ed. Nordan-Comunidad, Montevideo, 344 págs.

ÁLVAREZ-REQUEJO, S. (1974). *La industria transformadora de manzana.* Publ. Obra Soc. Agr. La Caixa nº *78*, 14 pp.

BARDIA, R. (1937). *Manual de tractaments contra els enemics dels arbres fruiters.* Ed. Dir. Gral. Agr., Gen. Catalunya, 169 pp.

BARDIA, R. (1943). Observaciones sobre los «Hyponomeutidae» en el Llano de Urgel (Lérida). An. Esc. Per. Agr. y Sup de Agr., *3*: 13-23.

BARDIA, R. (1967). *El «Piojo de San José», ensayos de tratamientos.* Publ. Obra Soc. Agr. La Caixa nº *63*, 23 pp.

BATLLORI, J.Ll.; FELIP, J.; RAMOS, F.; CAMPILLO, R. (1988). Control de Grafolita molesta, Sesia y Carpocapsa por el método de confusión sexual. *Fruticultura Profesional* nº *19*, 150-156.

BATLLORI, L.; VILAJELIU, M. (1998). Situación y perspectivas de la Producción Integrada de Fruta en Cataluña. *Fruticultura Profesional*, Nº *99*, 121-124 (A).

CARBÓ, J. (1991). Comportamiento de las principales variedades de manzano en experimentación en la Estación Experimental Agrícola 'Mas Badia' desde 1985. *Fruticultura Profesional*, nº *38*, Especial Manzano: 48-51.

CASAS-GRIERA, E.; ISART, J. (2002). La olivicultura en Cataluña: transición al olivar ecológico. *ECOLIVA 2002*, «I Conferencia mundial de IFOAM de Olivar Ecológico». Sierra de Segura (Jaén), mayo 2002, p. 63.

CCPAE (2002). *Guía Directori. CCPAE.* Consell Català de la Producció Agrària Ecològica, Barcelona.

DARP (2002). *Síntesi d'actuacions del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca. Any 2001.* Gen. Catalunya, Barcelona, 32 pp.

DOMANGE, A.L. (1991). Protección de Cultivos en Arboricultura. Asoc. VIDA SANA, Seminario sobre Protección de Cultivos en Agricultura Biológica, 1991: 103-110.

DURÁN, S. (1973). *Podredumbre del cuello del manzano* (Phytophtora cactorum). Publ. Obra Soc. Agr. La Caixa nº *69*, 21 pp.

GUET, G. (1993). *Agriculture biologique mediterranéenne*. Graphot, Saint-Paul-Trois-Châteaux, 520 pp.

IGLESIAS, I.; CARBÓ, J.; BONANY, J.; DALMAU, R. (1997). Comportamiento de diferentes cultivares de los grupos 'FUJI' y 'BRAEBURN' en Lleida y Girona (Cataluña-España). *Actas de Horticultura*. II Congreso Iberoamericano y III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas: 220-228.

IGLESIAS, I.; CARBO, J.; BONANY, J.; DALMAU, R.; GUANTER, G.; MONTSERRAT, R.; MORENO, A.; PAGES, J.M. (2000). *Manzano. Las variedades de más interés.* IRTA, Lleida-Girona, 240 pp. + desplegable.

ISART, J.; LLERENA J.J. (Ed.) (1999). *Organic Farming in the 21st Century: ENOF White Book.* LEAAM-Agroecology, CID-CSIC, Barcelona, 108 pp.

ISART, J.; RIBERA, I.; VALLE, M.A.N.; CAMPO, Fdo. Del (1988). Primeros resultados de un ensayo sobre las posibilidades de lucha integrada en cultivo de manzano al norte de Gerona. *Actas III Congreso Ibérico de Entomologia*: 831-844.

KABISCH, H. (1972). *Guía práctica del método biodinámico en agricultura*. Ed. La Facultad, Barcelona, 63 pp.

LA CAIXA (1980). *Col·lecció de varietats de pomes, peres, prèssecs, nectarines i prunes*. Exp. Agr. La Caixa, Circular nº 13, 13 pp.

LABRADOR, J.; REYES, J.L. (1999). *Guía de productos utilizables en Agricultura y Ganadería Ecológicas*. Publ. Secretaría Gral. Técnica-Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura, 388 págs.

MAPYA (2002a). *Anuario de Estadística Agraria, 2001*. Mapya, Madrid.

MAPYA (2002b). *Hechos y Cifras 2001*. Mapya, Madrid, 105 pp.

MATONS, A. (1918). *Les cuques filoses de la pomera i de la prunera*. Publ. Divulg. Serv. Tec. Agric., Servei d'Arbres Fruiters, 8 pp.

MATONS, A. (1920). *El corc de les prunes i de les peres*. Publ. Divulg. Serv. Tec. Agric., Servei d'Arbres Fruiters, 8 pp.

MORELL, R. (1974). *Producción y consumo de manzanas. Situación actual y perspectivas futuras.* Publ. Obra Soc. Agr. La Caixa nº *77*, 30 pp.

NICHOLLS, C.; ALTIERI, M.A.; SANCHEZ E., J. (2001). *Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable.* Asoc. VIDA SANA y SEAE, 86 pp.

ORTIZ, J.A. (2002). La pedra i el vent retallen encara més la collita de fruita. *Mon Rural. 51*: 11.

RIERA, F.J. (1949). La caída prematura de manzanas y peras. An. Esc. Per. Agr. y Sup de Agr., *8*: 149-170.

RIERA, F.X. (1938). *Sistemàtica Pomològica. Pomes i peres.* Ed. Generalitat de Catalunya, 100 pp.

SATTLER, F.; WISTINGHAUSEN, E. Von (1992). *La Ferme Bio-Dynamique.* Ed. Eugen Ulmer, Stuttgart, 329 pp.

STOLL, G. (1989). *Protección natural de cultivos.* Ed. Científica Josef Margraf, Weikersheim, 184 pp.

THUN, M. (2000). *Sembrar, plantar y recolectar en armonía con el cosmos.* Ed. Rudolf Steiner, Madrid - Ed. Antroposófica, Buenos Aires,126 pp.

THUN, M. (2001). *El control de las plagas.* Ed. Rudolf Steiner, Madrid - Ed. Antroposófica, Buenos Aires, 86 pp.

VILAJELIU, M. (1995). La producción integrada de fruta en Europa, *Fruticultura Profesional* nº *70*: 5-9.

WISTINGHAUSEN, Ch. Von *et al.* (1998). *El empleo de los praparados biodinámicos*. Ed. Rudolf Steiner, Madrid, 70 pp.

II. APLICACIÓN DE LA AGROECOLOGÍA EN PAÍSES EN DESARROLLO

Un modelo de finca integral de desarrollo sostenible «una experiencia panameña»

EUGENIO ANGEL CHACÓN

Coordinador «Red Iberoamericana de Agricultura y Ganadería Sostenible» Suprograma XIX.B -CYTED

En América Latina, la principal actividad social y económica de la población que vive fuera de las grandes ciudades es la agricultura y la ganadería. Pero la práctica agrícola y pecuaria que se realiza se desarrolla sin planificación alguna, ocasionando un impacto medio ambiental muy negativo, sobre todo cuando se trata de aprovechar los recursos naturales.

Los diferentes ecosistemas existentes en nuestro maravilloso bosque húmedo tropical se ven constantemente en peligro por la terrible deforestación indiscriminada a la que es sometido. Esto es, para poder ser utilizado como terreno apto para la práctica de la agricultura y ganadería.

Un factor de gran importancia como contaminante del suelo y de las aguas subterráneas es el uso abusivo e incontrolado de los agroquímicos que se aplican a las tierras de cultivo. La composición del suelo sufre tan serias alteraciones estructurales que ocasiona grandes carencias de elementos nutritivos necesarios para el correcto desarrollo de las plantas y de su sistema inmunológico. Las plantas en tal situación contraen un sinfín de plagas y enfermedades, llegando a afectar, por su consumo, al ser humano.

Además, existe otra manera aún más irracional, terrible y deshumanizada de dañar la tierra y que sólo el hombre es capaz de hacer: «Provocar grandes y voraces incendios forestales que llegan a terminar con nuestro maravilloso bosque tropical».

Todas estas prácticas, que juntas o por separado, ocasionan enormes efectos devastadores, tienden a llevarnos irremediablemente a un cambio climatológico y a una inminente desertización en la zona.

Y cabe preguntarnos: ¿qué herencia dejaremos a nuestros hijos y a nuestros nietos?… Si no somos conscientes y sobre todo consecuentes con nuestros actos, los resultados se presentan poco menos que caóticos.

En Panamá la agricultura representa la única fuente de ingresos de la población rural (alrededor de 850.000 personas), que se dedica en su mayoría a una agricultura de subsistencia usando prácticas inadecuadas con una dependencia de insumos externos y de tecnologías costosas y poco acordes al medio. Esto hace que el margen de beneficios sea muy pequeño e insuficiente para el sustento de la familia.

Los agricultores desconocen las prácticas de aprovechamiento racional de los recursos y de conservación del medio ambiente. Por ello, el tipo de agricultura que se practica es la causa de múltiples efectos negativos, como son la deforestación, degradación del suelo, altos niveles de

erosión, que al afectar a grandes áreas de las cuencas hidrográficas provoca cuantiosas pérdidas por inundaciones, sequías, y en último lugar la desertización del territorio.

El éxodo rural es otra de las grandes preocupaciones de las naciones desarrolladas y en vías de desarrollo, pues son muchas las consecuencias que genera en las ciudades, e inversamente, es en el campo donde se halla la solución a muchos problemas urbanos (desempleo, marginación, delincuencia…).

Por ello se hace necesario revalorizar el sector agropecuario iberoamericano y muy especialmente las poblaciones más marginadas a partir de un nuevo modelo hacia la sostenibilidad que se base en una profunda integración de los recursos naturales y que supere las limitaciones y dependencias que se dan en el presente, de forma que se tengan posibilidades reales de autogestión y desarrollo.

Una Transferencia de Tecnologías Agropecuarias apropiadas para ser adoptadas y una adecuada capacitación en Gestión Agroempresarial de los agricultores y las comunidades implicadas, son los factores fundamentales para el cambio a este nuevo Modelo Productivo hacia la Sostenibilidad.

GRANJAS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Alrededor de 1993, en Panamá se puso en marcha un proyecto que tenía como objetivo fundamental el convertir estas pequeñas Granjas en Modelos de Agricultura Orgánica (Ecológica), Sostenible y Autosuficiente que mejoren las condiciones de vida de las familias a

cargo de las mismas y sirvan como modelos de transferencia de tecnología apropiada a otros campesinos.

De esta forma, las Granjas se convertirían al cabo de un año de su funcionamiento en Granjas Didácticas de Agricultura Orgánica Sostenible y Autosuficiente.

Todas ellas pertenecerían a miembros de Asociaciones de Productores reconocidas por el Ministerio de Desarrollo agropecuario de Panamá, y todos serían partícipes de los trabajos y de sus beneficios.

Una de las acciones importantes a realizar fue la creación de un *Centro de Capacitación de Agricultura Sostenible*, el cual cumpliría con uno de los objetivos prioritarios: Capacitar a las comunidades campesinas, utilizando la técnica de ***«aprender, haciendo»***.

Otra de las fases contempladas en este proyecto sería: la creación de una infraestructura base para la canalización y distribución de los productos y subproductos agropecuarios procedentes de todas las granjas en marcha y obtenidos en forma orgánica, así como crear un reglamento y cuaderno de normativas de producción orgánica para que el sistema productivo de las granjas fuese controlado y garantizado, y, de esta forma, pudieran ser Certificados estos productos como Orgánicos libres de agentes tóxicos para el consumo humano.

DESCRIPCIÓN DE LOS RUBROS Y DE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LAS GRANJAS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE

Una granja tipo consta de las siguientes:

Actividades ACUICOLAS:

1. **Estanque de peces de unos 300 m^2.** Se siembran con 300 alevines de Tilapia Nilótica Roja. Aporta a la comunidad proteína de buena calidad y acopio de agua para sistema de riego.
2. **Estanques de arroz y peces (2 de 300 m^2.).** Aporta a la comunidad la base de su alimentación, hidratos de carbono, ciertas vitaminas y minerales y proteínas.

Actividades AGRÍCOLAS:

3. **Cultivos de hortalizas.** Se dedica, inicialmente, una parcela de 500 m^2 para el cultivo de hortalizas. Se cultiva: tomate, pepino, lechuga, repollo, zapallo, remolacha roja, zanahoria, cebolla, cebollino, rábano, pimiento, ají dulce y picante. La producción de hortalizas posibilita una mejor alimentación del campesino y la venta de los excedentes de forma constante a lo largo del año.
4. **Cultivo de granos básicos.** El campesino produce habitualmente algunas variedades de frijoles y de guandú, que le sirven para su alimentación. En estas granjas se incrementan estas producciones y se suma la de soja. La producción de guandú se realiza asociada a los cítricos y la de frijoles y soja se siembra en un área de 500 a 1.000 m^2, suficiente para el autoconsumo y la alimentación de los animales (cerdos, gallinas y cabras).

5. **Cultivo de frutales**

   5.1. **Cítricos con guandú.** Se plantan unos 50 cítricos en curvas de nivel con guandú asociado. Los patrones resistentes a la «tristeza» se producen en el vivero comunitario. Los cítricos constituyen una fuente importante de ingreso en estas áreas. El guandú o frijol de palo es una fuente de proteína vegetal que se vende muy bien y a muy buen precio.
   5.2. **Plátano y café.** Se plantan unos 30 tallos de plátano que proporcionan sombra a unos 100 arbolitos de café. La producción va al autoconsumo y venta de excedentes.
   5.3. **Caña de azúcar.** Es un cultivo fundamental ya que permite la obtención del jugo de caña que una vez cocido resulte la «pamela», usada como azúcar. Además con un simple proceso podrá se obtiene la «melaza de caña», la cual se utiliza para la alimentación de la familia y del ganado, y es necesaria para la confección de abono orgánico. Estos productos se pueden vender muy bien y la caña molida es un buen alimento para cabras y cerdos.

6. **Cultivo de cereales.** El campesino produce habitualmente maíz y arroz, que le sirven para su alimentación. En las granjas se incrementaron estas producciones y se sumó la de sorgo. La de arroz se logra con los estanques y la de maíz y sorgo se siembran en un área de 800 a 1.600 m^2, suficiente para el autoconsumo y la alimentación de los animales (cerdos, gallinas y cabras).
7. **Cultivo de pastos.** Se cultivan 4 parcelas de unos 100 m^2 de Taiwan, leucaena y gramíneas en el tercer trimestre del proyecto.
8. **Raíces y tubérculos.** En el área rural, el campesino produce habitualmente yuca, otoe, ñame y ñampí, que le sirven para su alimentación. En las granjas se incrementaron estas producciones en 3 parcelas de 400 m^2 cada una, utilizando técnicas de cultivos rotativos con una leguminosa y un cereal. Estas parcelas son suficientes para el autoconsumo y la alimentación de los animales (cerdos, gallinas y cabras).

Actividades PECUARIAS:

9. **Cría de cabras.** Se construye un ranchito de madera y penca de palma para albergar a 2 cabras nubianas. Las cabras se alimentan del pasto y restos de cosechas. Los animales que van produciendo se entregan a los otros productores del grupo, comprometiéndose éstos, a su vez, a hacer lo mismo en sus comunidades respectivas con las crías. La leche que se obtiene se reparte entre todos los participantes del grupo. Se enseña a procesar la leche en yogurt o queso para, de igual manera, ser repartido.
10. **Cría de patos.** Se construye un ranchito de madera y penca de palma para albergar a 10 patos criollos (1 macho). Los patos tienen acceso al estanque de peces o ricipiscicultura. Los patos se alimentan de desechos, insectos y hierbas.
11. **Cría de cerdos.** Se construye un ranchito de madera y penca de palma con piso de cemento de 4 x 3 m, para albergar a 2 hembras y un compartimiento de engorde, separados por una barrera de madera desmontable. Los animales se alimentan de los desperdicios de la casa, restos de las cosechas y restos de la matanza de los animales de

la granja. El cerdo es una fuente importante de alimentación y de ingresos de la familia campesina. Se puede vender entero, por piezas o procesado en forma de embutidos y ahumados.

12. **Cría de especies menores.** Se construye un rancho de madera y penca de palma que se cierra con cañaza y alambre de gallinero y que alberga a 100 gallinas doble propósito. Se le hace un patio adicional al rancho gallinero para que las gallinas puedan pastorear con cierto control y se instalan varias aboneras en el patio, para que puedan servir de alimento para las gallinas y finalmente de fertilizante para el huerto. Dentro del rancho de gallinas hay un espacio para instalar una jaula hecha de madera y alambre rígido de cuadro de 1/2' x 1/2', donde se crían 2 conejos hembras y 1 conejo macho, por separado. La cría de conejos y gallinas doble propósito posibilitan la proteína animal sin comprar alimento concentrado, ya que se alimentan de la producción vegetal y residuos de la granja.

Actividad FORESTAL:

13. **Vivero forestal.** Se prepara una parcela en sol y sombra, para producir 10.000 plantas por año. Se reparten entre los productores del grupo para reforestar sus fincas. El exceso se vende.

Actividad de MEDICINALES Y ORNAMENTALES:

14. **Cultivo de plantas medicinales y ornamentales.** Cada granja destina un área de 200 a 1.000 m al cultivo de Plantas Medicinales y Ornamentales. Se desarrolla el cultivo, según la climatología del área donde se ubica la granja, de: romero, sávila, manzanilla, menta, hierba limón, salvia, albahaca, tomillo, ruda, amaranto, artemisa, entre las medicinales; y begonias, dramíneas, veranera, ficus benjamina, ibys marmolina, filodendros, entre las ornamentales. Estos cultivos tienen suma importancia para la familia rural ya que se puede usar para mantener la salud de la familia, adornar sus jardines y vender los excedentes.

CENTRO DE CAPACITACIÓN DE AGRICULTURA SOSTENIBLE *«SAN FERNANDO»*

A finales de octubre de 1996, en las inmediaciones de Panamá capital, concretamente en Río Congo (Arraiján), Panamá Oeste, iniciamos la construcción del **Centro de Capacitación de Agricultura Sostenible «San Fernando»**, sirviendo como Granja Modelo y como Centro de Capacitación para la ejecución del Proyecto Global.

Como Centro de Formación creamos un Programa de Actividades basto e intenso, empleando 5 días semanales para capacitación a través de Cursos, Seminarios, Conferencias y Talleres.

Las temáticas que se tratan están encuadradas en los siguientes apartados:

- Organización de Productores.
- Planificación de una Granja y Cronograma de trabajo.
- Gestión y Administración de la Granja.
- Agricultura Orgánica o Ecológica.
- Capacitación en los diferentes rubros a desarrollar en una granja:
  - Construcción de ranchos.
  - Construcción de un invernadero-vivero.
  - Canalización de las aguas y sistemas de riego.
  - Preparación de abonos y preparados orgánicos.
  - Plagas y Enfermedades.
  - Preparación y Conservación del suelo para los diferentes cultivos.
  - Preparación y cultivo en semilleros.
  - Cultivo de hortalizas y granos básicos.
  - Cultivo de cereales y tubérculos.
  - Cultivo del arroz.
  - Cultivo de árboles frutales y forestales.
  - Cultivo de plantas medicinales y ornamentales.
  - Acuicultura.
  - Cría de gallinas ponedoras, pollo de engorde y patos.
  - Cría de conejos.
  - Cría de cabras y ovejas.
  - Cría de cerdos.
  - Cría de vacas.
  - Cría de caballos.
  - Cría de especies autóctonas: Conejo pintado, Ñeque, Iguanas…
- Manejo Post-cosecha de los productos agrícolas.
- Manejo Post-cosecha de los productos pecuarios.
- Comercialización y distribución de productos agropecuarios.
- Asociación de productores y cooperativismo.
- Sistemas de energías alternativas:
  - Calentados de agua.
  - Molino de Viento.
  - Secador Solar.
  - Destilador Solar, estufa solar…
- Desarrollo Agrícola Sostenible y Medio Ambiente.
- Dietética, Nutrición e Higiene en la familia rural.
- Autoestima y Superación Personal.

Estas actividades de capacitación van orientadas principalmente a los campesinos beneficiarios de las granjas partícipes del proyecto, así como a los extensionistas que les dan el seguimiento y la transferencia tecnológica a las mismas. También asisten todos aquellos profesionales, agricultores e instituciones que desean participar en cualquier área del Desarrollo Agrícola Sostenible.

Por otro lado el **Centro de Capacitación de Agricultura Sostenible «San Fernando»** se especializa y cuenta con todas las instalaciones elementales para realizar las siguientes actividades:

a. Agrícolas.
b. Pecuarias.
c. Piscícola.
d. Agro-industriales.
e. De divulgación, docencia e investigación.
f. Energías alternativas.

INSTALACIONES Y ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL CENTRO DE CAPACITACIÓN DE AGRICULTURA SOSTENIBLE «SAN FERNANDO»

a. Instalaciones Administrativas y de Servicio:

1. Entrada principal al Centro.
2. Vía principal.
3. Oficinas.
4. Cocina y Comedor.
5. Servicios y duchas (WC).
6. Almacén de herramientas y varios.

b. Instalaciones para las Actividades Agrícolas:

7. Semillero bajo cubierta.
8. Cultivos bajo cubierta.
9. Sombreadero y vivero.
10. Zona de huerto (se cultiva y produce hortalizas: pepino, lechuga, zanahorias, remolacha roja, cebolla, cebollino, tomate, pimiento, calabaza, melón, sandía, espinacas).
11. Zona de cultivo de cereales (2 Ha entre maíz y sorgo).
12. Zona de cultivo de tubérculos (yuca, otoe y ñame).
13. Zonas de frutales (1.000 plantones de piña, 500 cítricos y 500 árboles frutales: aguacates, mamón chino, marañón, fruta del pan, cocoteros, etc.).

14. Jardín botánico y zona de cultivo de plantas medicinales: tomillo, romero, manzanilla dulce, hinojo, comino, sábila, menta piperita, ruda, albahaca, hierba limón.
15. 1 Arboreto donde se puede encontrar diferentes variedades de árboles autóctonos panameños.

c. Instalaciones para las Actividades Pecuarias:

16. 1 rancho para cría de gallinas ponedoras (en producción).
17. 1 rancho para pollos de ceba (en producción 300 unidades).
18. 1 rancho para cría de conejos y sus jaulas (en producción).
19. Parcela y rancho para cría de cabras y ovejas.
20. Parcela y rancho de los machos.
21. Parcela y establo para la cría de caballos.
22. Parcela y establo para la cría de vacas de leche y carne.
23. Cría de iguanas.
24. Parcela y rancho para la cría de cerdos.
25. Parcela y galpón para la cría de patos y gansos.

d. Instalaciones para las Actividades Piscícolas:

26. 2 estanques (200 y 500 m^2 de espejo) para piscicultura, donde se crían tilapias, carpas y colosomas.

e. Instalaciones para las Actividades Agro-industriales:

27. 1 sala de manipulación post-cosecha de vegetales.
28. 1 sala de manipulación de productos lácteos.
29. 1 sala de manipulación de productos cárnicos.
30. 1 sala de sacrificio para animales de granja.
31. 1 sala de frío para la conservación de los productos perecederos.
32. 1 rancho para producción de abono (en producción abono, fertilizantes, purines y fitosanitarios orgánicos (ecológicos).

f. Instalaciones para las Actividades de divulgación, docencia e investigación:

33. 2 Ranchos de capacitación.
34. Albergue con capacidad para 40 personas.

g. Energías alternativas:

35. Secador solar.
36. Calentador solar.
37. Molino de viento para extraer agua.

Agricultura familiar urbana, nuevos movimientos sociales y agroecología: Producción de verduras ecológicas para mitigar el hambre y generar un proceso de desarrollo local en la ciudad de Rosario. Argentina

EDELMIRO ASATO[1]; ANTONIO LATTUCA[1]; CUSTUDIO LEMOS[1]; SILVANA MARANI[1]; GRACIELA OTTMANN[1]; RAÚL TERRILE[1]; RODOLFO TIMONI[1]; GLORIA RÓTOLO[1]

[1] Integrantes de la ONG, Centro de Producciones Agroecológicas Rosario (CEPAR).

RESUMEN

El Centro de Estudios de Producciones Agroecológicas Rosario (CEPAR) es una Asociación Civil que se dedica al trabajo en temas relacionados con la agricultura, tanto urbana como rural, utilizando a la Agroecología como marco para elaborar propuestas de desarrollo local rural/urbano. En los últimos años, como consecuencia de las políticas de ajuste implementadas por el gobierno nacional, se registra una gran inmigración desde el interior del país en busca de mejores oportunidades, instalándose en su mayoría en el área periurbana de la ciudad de Rosario (1.300.000 habitantes), es éste un lugar de asentamientos irregulares, habitados en su mayoría por familias de bajos recursos. Datos recientes revelan que más de la mitad de las personas que habitan en el mismo se encuentran por debajo de la línea de pobreza. Otra manifestación de la situación de vulnerabilidad existente en esta zona la constituye las dificultades en el acceso a recursos alimentarios que derivan del desempleo, la inestabilidad laboral y los bajos ingresos. Es en este sentido que el presente trabajo se propone trabajar utilizando una metodología participativa, en la producción de huertos ecológicos, para mitigar la situación de subalimentación y, al mismo tiempo, vincular esta actividad con los movimientos sociales (como el caso de los «piqueteros») que cada vez más reclaman por una sociedad más justa. Es ésta una propuesta que utiliza como marco teórico a la Agroecología para generar procesos de desarrollo endógeno.

Palabras clave: agroecología, movimiento social, desarrollo endógeno.

INTRODUCCIÓN

En la presente comunicación pretendemos dar cuenta de un trabajo que se viene realizando desde hace tiempo en el Centro de Producciones Agroecológicas, Rosario (CEPAR). La estrategia propuesta pretende indagar el potencial endógeno agroecológico existente en la estructura de los movimientos sociales (que han surgido y organizado como consecuencia de la grave situa-

ción por la que atraviesa el país), a través de un proceso de investigación acción participativa. El apoyo obtenido por las instituciones locales de la ciudad de Rosario, junto con las acciones institucionales que implican en el proceso al propio gobierno de la provincia y del municipio de Rosario, constituye parte de una «red institucional» completada por la propia ONG a la cual pertenecemos.

Los acontecimientos ocurridos en el país a partir del 19 de diciembre de 2002, cuando todo el país ganó las calles, parecen mostrar un nuevo movimiento de participación y conciencia civil. Las organizaciones que allí se manifestaban responden a diferentes líneas políticas: la Central de Trabajadores Argentinos (CTA), el Bloque Piquetero con sus distintas corrientes, asambleas barriales y diferentes agrupaciones, defienden su autonomía frente al clientelismo de la actual política de exclusión.

Los movimientos sociales que se organizan en la actualidad, como disidencia a las políticas neoliberales y a la globalización económica (a través del mantenimiento de la actual estructura global de poder por parte de la organización transnacional de los estados –FMI, BM y OMC– fundamentalmente y sus mecanismos de degradación tanto de la naturaleza como de la sociedad), comienzan a generar una «praxis intelectual y política» de gran valor adoptando algunos la Agroecología como su herramienta clave. Lo que parecía impensable, que pequeños grupos de activistas urbanos, asociaciones religiosas contra la pobreza, sindicatos de trabajadores, organizaciones no gubernamentales, movimientos indígenas, grupos «piqueteros» de desocupados, se aglutinen en una dinámica de confluencia comprendiendo que sus problemas y preocupaciones no son tan diferentes como sus representantes políticos pretenden hacerles creer. Todos estos grupos se unen porque identifican en las políticas de sus propios gobiernos y en las redes globales de empresas transnacionales a las que sirven, como a sus enemigos comunes.

En este sentido, el presente trabajo se propone trabajar con el movimiento «piquetero», que en Argentina está tomando mucha fuerza, otorgándole la categoría de un «nuevo movimiento social», debido a que no se identifican con los históricos movimientos sociales asociados con las estructuras sindicales corporativas; sino por el contrario, ellos surgen de forma autogestionaria, como una demanda concreta a la exclusión social a la que se encuentran sometidos como consecuencia de la profundización de las medidas de ajuste que reconocen sus orígenes en la década del 70.

No es objeto de este trabajo realizar un estudio sociológico de estos nuevos movimientos sociales, baste decir que el movimiento «piquetero» debe su nombre a los «piquetes» que se organizaban en Argentina para garantizar las huelgas a través de largas luchas de trabajadores por mejorar la distribución de la riqueza.

En la actualidad han tomado identidad propia y se manifiestan cortando rutas donde participa todo el grupo familiar, buscando además el apoyo de otros grupos sociales.

EL MARCO TEÓRICO

El proceso de modernización en Argentina significó la industrialización del manejo con paquetes tecnológicos orientados exclusivamente al incremento de la producción. Así se fueron incorporando paulatinamente en la agricultura familiar las «técnicas agronómicas» de naturaleza industrial; la «mecanización agrícola» con la incorporación de un manejo de bienes de capital e insumos y las tecnologías basadas en híbridos y agroquímicos. Como consecuencia de ello la di-

visión del trabajo en las explotaciones se modificó sustantivamente expulsando en la década del setenta una importante parte de la población rural hacia las zonas urbanas y semiurbanas. Este proceso de migración rural-urbana se agudiza en la década de los 90 como consecuencia del cambio estructural del Estado y las políticas de ajuste. Es decir, se pasó, de una manera violenta y traumática, de un modelo de Estado de Bienestar que culmina en los 80, a un Estado que se desentiende de los problemas de gran parte de la sociedad. En este contexto comienza a percibirse una sociedad que pone énfasis en lo individual, muchas veces anómica, y con una marcada tendencia a la violencia.

Como respuesta a esta situación surgen en los intersticios de la estructura socioeconómica movimientos sociales con demandas concretas, en un primer momento, de políticas asistencialistas; luego, en un segundo momento, comienzan a organizarse fuera de toda estructura partidaria y sindical para reclamar acceso a la tierra, vivienda y trabajo.

La base inicial de prácticas productivas de la Agroecología descansa sobre la Agricultura Ecológica (tanto en los estilos modernos provenientes del Norte, como en los estilos históricos –agriculturas campesinas o indígenas– provenientes del Sur). Pero su estrategia de implementación se realiza a través de su articulación con los movimientos sociales, quienes aportan la «equidad» acumulada por el «desarrollo ético» de la humanidad en su proceso histórico (tanto a través de la contribución de los nuevos –movimientos ambientalistas, pacifistas y feministas, entre otros– como de los movimientos sociales históricos, como el obrero o el jornalero y campesino (SEVILLA GUZMÁN, 1997; SEVILLA GUZMÁN y WOODGATE, 1997).

Por un lado, las poblaciones urbanas (salvo una reducidísima minoría) sufren los programas de ajuste estructural que les imponen las instituciones financieras globales para hacer frente a una deuda externa en constante aumento, o lidiar con las crisis financieras que incentiva la libre circulación mundial de capitales. Por otro lado, las poblaciones rurales de importantes espacios del Sur ven desarticuladas sus estructuras sociales, sus tradiciones y sus formas de producción y consumo (de bajo impacto ambiental), como resultado de la expansión del dominio del *Agrobusiness* en el campo y la penetración paulatina en estas áreas de los productos de las empresas transnacionales. Crece la desocupación, la precariedad y la exclusión social, especialmente en las grandes ciudades, al tiempo que los bienes y servicios públicos (vivienda, sanidad, educación…) se privatizan, haciendo depender su acceso o disfrute de la lógica del mercado y del beneficio privado.

En países del Cono Sur «la disidencia productiva a la modernización agraria» se encuentra, fundamentalmente en el sur de Brasil, en los estados de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul; y en su prolongación, por Misiones hasta la región histórica del Gran Chaco, desde el norte argentino y Paraguay hasta el sur de Bolivia. En la parte argentina, probablemente, la experiencia agroecológica más relevante hasta ahora surgida sea la que tiene lugar en la provincia de Misiones, donde existe un «movimiento agroecológico campesino» que articula una gran cantidad de experiencias productivas basadas en el «mejoramiento de lo tradicional, la diversificación productiva, la especialización en determinados rubros y el fortalecimiento de la producción para el consumo familiar». En el ámbito de la circulación, tales experiencias hacen énfasis en la transformación de sus productos y la búsqueda de nuevos mercados mediante fuertes infraestructuras de venta conjunta, constituyéndose así las Ferias Francas de Misiones. Refiriéndose a la creación de una de estas Ferias Francas, uno de los organizadores, el Presidente de la Asociación de las Ferias Francas de Misiones, reprodujo en el proyecto la siguiente frase de uno de los agricultores involucrados: «nosotros no inventamos las Ferias Francas; estamos reprodu-

ciendo aquí una experiencia milenaria…». En esta provincia todas las semanas del año tienen lugar veintisiete ferias francas, a las que acuden más de dos mil agricultores para, a través de redes de intercambio de experiencias de manejo y de insumos, vender directamente sus productos en las ciudades (CARBALLO, 2000).

METODOLOGÍA Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La población objeto de estudio sobre la cual venimos trabajando es aquella constituida por personas de bajos recursos que han sido excluidas del sistema formal de empleo, y que en la actualidad se encuentran organizadas en el movimiento de «piqueteros» al cual nos hemos referido, en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina.

Dada la naturaleza social-productiva, de la propuesta que estamos desarrollando, la metodología que utilizamos es la de Investigación Acción Participativa, que, desde la perspectiva dialéctica (IBÁÑEZ, 1979), nos permite establecer una relación directa con los sujetos involucrados en permanente interacción. No se descarta la posibilidad de trabajar con grupos de discusión, que desde una perspectiva «estructural» nos permite analizar el discurso de los propios sujetos intervinientes en el proceso de investigación.

Acordamos con Alfonso Ortí (1995: 91) cuando señala que dentro de las técnicas cualitativas para la investigación de la realidad social, tanto la perspectiva estructural como la dialéctica tienden a coincidir por cuanto un grupo de discusión puede transformarse a la vez en promotor de un cambio esperado.

Por las propias características de esta propuesta no podemos establecer «a priori» las variables e indicadores dado que ellos irán surgiendo durante la dinámica del trabajo conjunto. El marco teórico, con el cual coincidimos, donde se inserta la IAP, nos lo brinda la Agroecología, entendida ésta como estrategia de desarrollo sustentable regional para establecer sistemas alternativos de producción basados en la agricultura ecológica tanto rural como urbana. Se trata de diseñar, en forma participativa, propuestas encaminadas a encarar la crisis socioeconómica actual mediante formas de acción social colectivas que, partiendo de experiencias productivas, puedan articularse con acciones de desarrollo local.

Objetivos

Objetivo general

1. Construir en forma participativa una organización que permita la producción, circulación y comercialización de hortalizas ecológicas a través de redes solidarias y mercados alternativos que contribuya a resolver el problema del hambre en la ciudad de Rosario.

Objetivos específicos

1. Caracterizar al movimiento de desocupados como un nuevo movimiento social desde una perspectiva medioambiental y social.
2. Generar una red de diseminación agroecológica para promover el autoconsumo de las familias y el empleo, para ocupar mano de obra local.

3. Indagar la viabilidad de articular las experiencias de agricultura urbana existentes en la ciudad de Rosario, con el movimiento piquetero para generar redes solidarias de producción.

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto que estamos desarrollando pretende integrar al sistema productivo a cien familias desempleadas, de escasos recursos, con el objetivo de generar una salida laboral y complementar la seguridad alimentaria de quinientas familias más. Las técnicas que se utilizan en las unidades de producción planteadas se basan en la producción ecológica, sin utilización de agroquímicos en ninguna etapa del proceso y en la utilización de abonos orgánicos y preparados naturales para el manejo ecológico de plagas.

Se prevé poner en producción, además de los que existen, tres terrenos hasta el momento ociosos, ubicado en el área periurbana de la ciudad, de 2 hectáreas cada uno que se destinarán a la producción de hortalizas ecológicas. Los beneficiarios directos son cien personas jefes o jefas de hogares, desocupados, que vienen realizando actividades de huerta familiar para autoconsumo en pequeñas superficies, vinculados al Programa de Agricultura Urbana de la Municipalidad de Rosario. Cada huertero tendrá bajo su responsabilidad una parcela de 600 m^2 y obtendrá como ingreso genuino la producción resultante de la misma. Los mismos provienen de los barrios aledaños al emprendimiento y pertenecen además a asociaciones barriales (Oroño Sur, Tío Rolo, Las Flores, Puente Gallego). La producción será destinada a la venta en ferias que contarán con el apoyo de la Secretaría de Promoción Social de la Municipalidad de Rosario. Además se prevé la provisión de verduras orgánicas frescas de estación a los comedores populares cercanos a las unidades productivas a donde asisten diariamente 100 familias (500 personas).

POR UNA AGRICULTURA SOLIDARIA: LAS ACCIONES DEL CEPAR Y LA AGROECOLOGÍA

El potencial de la Agricultura Urbana para una gestión urbana sostenible es cada vez más reconocido en todo el mundo, y especialmente en América Latina y el Caribe, donde las organizaciones internacionales y nacionales han desarrollado recientemente iniciativas de desarrollo regional como son: (1) los programas de la Red AGUILA, (2) el Grupo de Trabajo de Ciudades en Agricultura Urbana y Seguridad Alimentaria, y (3) el Programa «Agricultura Urbana y Alimentación de las Ciudades de América Latina y el Caribe».

Como consecuencia del Seminario-Taller de «Agricultura Urbana en las Ciudades del Siglo XXI» organizado en Quito, en abril de 2000 por el Programa de Gestión Urbana de Naciones Unidas, se elaboró un documento en cuyas conclusiones se recomendaba que: «Las ciudades reconozcan la importancia de la contribución de la Agricultura Urbana en estrategias para el desarrollo social, generación de empleo e ingreso, autoestima, mejoramiento ambiental y en particular la seguridad alimentaria y se inserten en los objetivos principales de desarrollo, de modo transparente y concertado» y a «Los gobiernos estaduales y nacionales para que consideren a la Agricultura Urbana dentro de sus programas de lucha contra la po-

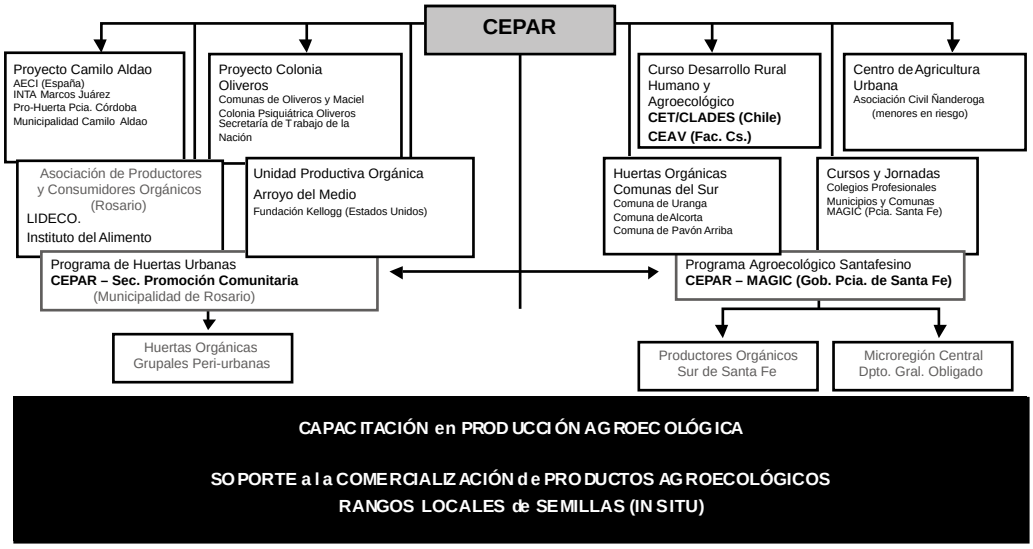
breza, de seguridad alimentaria, de promoción del desarrollo local y de mejoramiento del ambiente y la salud.»

Desde el Centro de Estudios de Producciones Agroecológicas de Rosario (CEPAR) venimos trabajando sobre los principios de la Agroecología en tanto ésta nos provee de los elementos teóricos y empíricos para abordar propuestas de desarrollo potenciando el «espacio local», tanto urbano como rural, para resolver, en forma participativa, los problemas de los ciudadanos y elevar así la calidad de vida de la población.

La provincia de Santa Fe constituye un significativo ejemplo de los movimientos sociales emergentes a que nos venimos refiriendo; no pocos de ellos con pretensiones de desarrollo local, como es el caso de las desarrolladas en la ciudad de Rosario, donde se trabaja en este sentido desde 1988. Tales actividades de desarrollo con familias o grupos de bajos recursos tratan de mostrar que éstos pueden organizarse para producir parte de sus propios alimentos y que la «huerta ecológica urbana» puede constituir un elemento válido para la organización popular, y un aporte posible para propuestas de desarrollo local, integrales y participativas. La diseminación de este tipo de experiencias desde la Agroecología como desarrollo local urbano podría marcar una dirección para evitar que miles de personas vivan actualmente de la basura que genera la ciudad de Rosario. En lugares donde las instituciones locales apoyan, mediante políticas públicas, este tipo de «experiencias espontáneas» tratando de articular éstas con programas nacionales, los resultados han sido sorprendentes, como es el caso de Camilo Aldao (TERRILE y MARIANI, 2000). En, efecto, fuera del contexto de protección de los países del «Centro», en la «Periferia» el proceso aparece aún más evidente aunque adquiera una naturaleza distinta, asemejándose, en cierto sentido, a lo que Martínez Alier (1995; pp. 7-14) llama el *ecologismo de los pobres*, pero en forma de experiencias productivas.

No se trata de una protesta, «al empeorar la *distribución ecológica* (es decir, las desigualdades sociales, espaciales y temporales en el uso de los recursos y servicios de la naturaleza), sin que ese empeoramiento sea compensado por una mayor igualdad en la distribución económica» (*Ibíd.*, p. 8); sino de lo que se trata es de una respuesta de resistencia pasiva (SCOTT, 1985) aunque de naturaleza productiva en defensa del acceso a los medios de vida.

En la provincia de Santa Fe se han comenzado a coordinar acciones generando procesos de formación a técnicos y productores en Agroecología, y otra serie de proyectos que se están implementando especialmente en el Norte de dicha provincia. Allí, desde el pasado año, se desarrollan «Semanas Agroecológicas de la Provincia de Santa Fe», abriendo procesos de institucionalización de la Agroecología mediante la articulación del conjunto de experiencias de producción, desarrollo, investigación, formación, promoción y extensión con el apoyo y la intervención, todavía incipientes de, por un lado, las administraciones de comunas agrupadas en una «microregión» y, por otro, del Gobierno provincial estableciendo un «programa agroecológico santafesino». En la ciudad de Rosario donde el CEPAR trabaja en «huertas ecológicas urbanas» desde 1988 en varias «villas miseria» existen experiencias de este tipo que, vinculados con «centros locales de salud», proveen a éstos de plantas medicinales (rescatadas desde el conocimiento «toba»: MARTÍNEZ SARASOLA, 1992). Actualmente, el CEPAR está trabajando con «centros comunitarios» bajo el Programa de Agricultura Urbana implementado por el municipio de la ciudad de Rosario (ver Anexo I).



Anexo Nº 1. *Organización institucional de las líneas de acción del CEPAR*

BREVE ANOTACIÓN FINAL. A MODO DE CONCLUSIÓN

Realizada esta breve exposición nos preguntamos lo siguiente: ¿qué posibilidades tendría el movimiento social «piquetero» de articularse a una propuesta político-productiva de naturaleza agroecológica? Responder a esta pregunta implica abordar todos los objetivos propuestos, no obstante el trabajo empírico realizado hasta el momento permite aproximarnos hacia esa línea. Tanto la naturaleza de la acción social colectiva que aparece en nuestra propuesta, como la sostenibilidad social de estas experiencias productivas, parecen orientarse en esa dirección. Al moverse en el seno de movimientos sociales pretende tener un carácter transformador y su naturaleza agroecológica aparece reflejada con claridad, tras su realización en el seno de una dinámica participativa, que constituye, en nuestra opinión, un claro ejemplo de la articulación entre la Agroecología y el movimiento social «piquetero», mostrando además una capacidad expansiva de desarrollo local, generando activamente un proceso de establecimiento de redes de «militancia agroecológica».

Aunque no pueda dudarse de la «militancia agroecológica» del núcleo inicial de «piqueteros-productores»; y aunque el impacto socioeconómico de estas organizaciones en la ciudad de Rosario sea todavía pequeño; los resultados parciales que se van obteniendo parecen mostrar: (1) un sensible incremento de los ingresos de los distintos agentes involucrados en el proceso que; al producir «ecológicamente», no sólo abaratan sus costos de producción al no utilizar insumos externos, sino que pueden satisfacer necesidades de alimentación en la mayoría de los casos insatisfechas; (2) la generación de «autoempleo» en el medio urbano y por tanto la ocupación del tiempo en un trabajo productivo; (3) la contribución a la reconstrucción y conservación del medio ambiente urbano al fomentar, entre otros aspectos, la reutilización y reciclaje de los residuos.

El logro de un impacto socio-económico futuro mayor va a depender en gran medida de la capacidad de superar los principales frenos que limitan su crecimiento: el apoyo permanente de las autoridades municipales a través de políticas públicas orientadas al desarrollo local. Aunque tales medidas supondrían, en general, un descenso de su actividad como movimiento social agroecológico perderse la militancia del trabajo voluntario, de los «préstamos solidarios del pedido anticipado» y del «trabajo solidario demostrativo» junto a los puntos de venta de los «mercados de barrio», con lo que ello supone de socialización al consumidor; el rumbo de estas experiencias puede, mediante una estrategia adecuada, seguir una dinámica agroecológica de desarrollo local endógeno (SEVILLA GUZMÁN, 2001). En este sentido, se ha podido constatar que algunas experiencias barriales ya han dado pasos para «solventar los problemas de alimentación».

Para terminar, decimos que el trabajo realizado en este proceso participativo de acción-reflexión-acción, permitió la toma de conciencia de la actual situación por la que atraviesan las familias urbanas de desocupados. Creemos que la estrategia que hace posible un cambio en la sociedad hacia márgenes crecientes de libertad, bienestar y participación es el Desarrollo Agroecológico para enfrentar desde lo local y cotidiano, los nuevos desafíos que nos imponen la globalización.

BIBLIOGRAFÍA

CARBALLO, C. (2000). Documento de trabajo Nº 9. Las ferias francas de Misiones. Actores y desafíos de un proceso de desarrollo local. Buenos Aires. Centro de Estudios y Promoción Agraria (CEPA). Mimeografiado.

CLOQUELL, S.; DENOIA, J. (1997). «Agricultura sustentable en un área de producción familiar», en *Realidad Económica*, nº 152.

IBÁÑEZ, J. (1979). *Más allá de la sociología. El grupo de discusión: técnicas y críticas.* Siglo XXI Editores. Madrid.

LATTUADA, M. (2000). Cambio Rural y Desarrollo en la Argentina de los 90. Rosario. CEP. Arcasur. Editorial.

MARTÍNEZ, J. (1995). De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular. Montevideo: REDES. Barcelona: Icaria.

MARTÍNEZ, C. (1992). Nuestros paisanos los indios. Vida, historia y destino de las comunidades indígenas en la Argentina. Buenos Aires. Emecé editores.

ORTÍ, A. (1994). «La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta semidirectiva y la discusión de grupo». En: García Ferrando, M.; Ibáñez, J.; Alvira, F. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Alianza Editorial. Madrid.

SCOTT, J. (1985). Weapons of the Weak. Everyday Forms of Peasant Resistance. Massachussets: Yale University Press.

SEVILLA GUZMÁN, E. (1997). «Los marcos teóricos del pensamiento social agrario». En Gómez Benito, Cristóbal, y González Rodríguez, Juan Jesús (Eds.), Agricultura y Sociedad en la España Contemporánea. Ministerio de Agricultura/CIS. Madrid.

SEVILLA GUZMÁN, E.; Woodgate, W. (1997). «Sustainalbe rural development : from industrial agriculture to agroecology» en Ed. Michael Redclift and Graham Woodgate. The International Handbook of Environmental Sociology (Cheltenham: Edward Elgar).

SEVILLA GUZMÁN, E. (2001). «Una estrategia de sustentabilidad a partir de la agroecología». En: Agroecología e Desenvolvimento Rural Susténtavel. Nº 1. Vol. 3. EMATER/RS

TERRILE, R. ; Mariani, S. (2000). *Análisis de políticas públicas de agricultura urbana en Camilo Aldao (Argentina) en el marco de un desarrollo local sustentable*. Rosario: mimeografiado.

Pro-Huerta. Proyecto integrado de huertas orgánicas familiares y comunitarias

JOSÉ CARLOS MAROCHI BALÁN[1]

[1] Inspector de Agricultura Ecológica. Córdoba (Argentina).

RESUMEN

Este programa en Argentina desde el año 1990 apunta a la población que no accede a un nivel alimentario que satisfaga sus necesidades básicas. Aborda la seguridad alimentaria desde la autoproducción de alimentos ecológicos en pequeña escala; así completar la dieta de sectores más carenciados.

Para llegar a 392.445 huertas ecológicas en todo el país se utilizan las redes sociales de las comunidades, ellas aportan promotores voluntarios que con su solidaridad hacen llegar la propuesta orgánica a través de las capacitaciones y asesoramiento técnico.

La opción de la huerta orgánica la basamos en tres aspectos más significativos: asociación de plantas, rotación y abonos. Esta opción ecológica siempre está abierta al saber nativo o regional, complementando a la propuesta de costumbres locales.

La producción de hortalizas orgánicas da base para ir acoplando otras producciones caseras como frutas, huevos, pollos, conejos, peces, etc.

El Pro-Huerta propone actividades con la gente y no para la gente. Por eso, generó un espacio de solidaridad, autoayuda y participación incentivando a la cultura del trabajo.

El proyecto obtiene de la agricultura ecológica una herramienta digna como alternativa para la obtención de un producto sano de parte del beneficiario; a su vez el programa educa y hace extensivo a amplios sectores de la población sobre la importancia del alimento orgánico.

INTRODUCCIÓN

El Pro-Huerta es un programa que promueve la autoproducción de alimentos ecológicos en pequeña escala a través de huertas y granjas familiares, comunitarias y escolares; dirigida a la población rural y urbana en situación de pobreza. Este aporte resulta eficaz para complementar la dieta de los sectores más carenciados, otorgando a la vez una participación activa de la gente.

El programa es a nivel nacional y es ejecutado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), con financiamiento del Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente de la Nación (MSD y MA), quien lo involucra como un programa de seguridad alimentaria dentro de sus políticas sociales.

El protagonista principal es el beneficiario desde su autoconvencimiento de producir una verdura orgánica y valorar su trabajo realizado en su propio ambiente. Dentro de esta caracterización se encuentran: desocupados o subocupados, asalariados rurales, productores minifundistas, comunidades de aborígenes, hogares a cargo de mujeres o ancianos, minoridad en riesgo, etc. O sea, apuntando a población con necesidades básicas insatisfechas (N.B.I.) y grupos pauperizados por insuficiencia de ingresos.

El aporte de la tecnología sobre agricultura orgánica lo hace el INTA a través de sus capacitaciones y asistencia técnica.

ARTICULACIÓN DEL PROGRAMA

El programa abarca todas las provincias argentinas, llegando a 3.855 localidades. Para ello el Pro-Huerta se articula en REDES con organizaciones sociales establecidas en el lugar que de forma solidaria acompaña el programa. Estas pueden ser cooperativas, centros vecinales, establecimientos educativos (pre-escolar, primaria, secundaria, universidad), centro de jubilados, ONG, municipios, organizaciones de base, programas y organismos provinciales, grupos religiosos, hospitales, cárceles, centros de recuperación para alcohólicos y drogodependientes, institutos de atención a discapacidades, organizaciones ecológicas, etc. Entidades que desarrollando actividades de promoción social deseen incorporar acciones de autoproducción de alimentos orgánicos. Estas organizaciones aportan promotores voluntarios, los cuales son el motor del programa; ellos son capacitados para que su aporte sea eficaz. Cabe destacar que los hay particulares que con su vocación de servicio convocan a sus vecinos para la capacitación en su casa.

MODALIDAD Y CARACTERÍSTICAS

Quienes decidan encarar la producción de sus propias hortalizas ecológicas cuentan con la asistencia de ingenieros agrónomos y/o promotores. Se utilizan técnicas de agricultura orgánica.

La siembra es el eje que nos permite hacer prácticas toda vez que nos encontramos con la comunidad. Dos veces al año se entregan a los beneficiarios semillas hortícolas de estación sin costo otoño-invierno y primavera-verano. Este kit de semillas puede alcanzar para una huerta de 100 m^2, también hay un kit de menor cantidad para huertas urbanas de menor tamaño.

El promotor voluntario de una institución o particular es quien convoca a la comunidad a la jornada-taller de capacitación de huerta orgánica. Luego de varias temporadas de participación activa y consolidada del grupo huertero, la capacitación incorpora los siguientes componentes: chacra, granja (avicultura, cunicultura, etc.), frutales, conservación de alimentos, autoproducción de semillas, etc.

También hay cursos-talleres para técnicos y promotores. Estas capacitaciones no sólo abarcan las técnicas de autoproducción con modelos ambientalmente sustentables, sino también sobre metodologías participativas, educativas, planificación, gerenciamiento de políticas sociales desde el enfoque de red, etc.

La asistencia técnica sigue en el acompañamiento y visitas de las huertas de beneficiarios.

Insumos que se provee: semillas hortícolas, plantines de frutales, planteles de animales menores de granja, materiales didácticos, etc. Ellos se aportan como disparador de tales modelos de producción.

BENEFICIOS

- El beneficiario aporta al programa la tierra donde se instala la huerta y el trabajo necesario para obtener un alimento biológico, ese trabajo tiene un «reconocimiento social y valor productivo».
- Traslada a todos los sectores la valoración de un alimento orgánico, aportando a una opción de vida sana.
- Se obtiene una dieta más balanceada y sana a través de la agricultura ecológica, incrementando la calidad y variedad de los alimentos.
- Mejora la distribución de gasto familiar en alimentos.
- Promueve la participación comunitaria no sólo en la solución de los problemas alimentarios.
- Incentiva a iniciar pequeñas alternativas productivas agroalimentarias.
- Genera tecnologías apropiadas para la autoproducción de alimentos.

El proyecto puede ser una herramienta valiosa si permite, además de proveer efectivamente alimentos, ayudar a despertar al sujeto para que se transforme en un ser activo, que no sólo pueda recrear la propuesta productiva, sino que, de igual manera, se abra a otras inquietudes y pueda ser protagonista de su comunidad.

PROPUESTA ORGÁNICA O ECOLÓGICA DEL PRO-HUERTA

El enfoque orgánico propuesto no hay que tomarlo como una receta o un paquete cerrado de tecnología, está siempre abierto al aporte de todos los participantes del programa. Al ir acompañado por metodologías participativas garantiza la evolución de la propuesta y se va condimentando de matices regionales, acompañado con el rigor científico y técnico que brinda la investigación.

Son varias las razones a tener en cuenta por las cuales se presenta este sistema de producción ecológico:

- Preserva la vida y la salud de quien trabaja.
- Su cultivo cuida el medio ambiente
- El producto obtenido produce salud y bienestar
- Es un alimento con mayor calidad nutritiva y cantidad de nutrientes. Aumenta su tiempo de conservación.
- No posee vestigios de elementos nocivos, al no usar agroquímico de ninguna naturaleza.

Definimos a la huerta orgánica como una forma natural y económica de producir alimentos sanos durante todo el año.

Natural: utiliza como modelo a la misma naturaleza, obedeciendo sus leyes y ciclos.

Económica: prioriza el uso de insumos disponibles a mano, produciéndolos dentro de la misma huerta, propiciando así mayor autosuficiencia y sostenibilidad

Alimentos sanos: libres de pesticidas que atentan contra nuestra salud.

Todo el año: organizándose no sólo con su familia, sino con los vecinos, se abastece de una gran variedad de verduras durante todo el año.

La base del modelo orgánico del pro-huerta es «asociación de plantas», «rotación» y «abonos».

Estos tres pilares nos sirven como estrategia para convivir con todos los organismos de este ecosistema que es la huerta ecológica, donde su equilibrio evitará la supremacía de cualquier grupo de individuos que intente afectar la salud del conjunto.

Los tres puntos mencionados afectan a un elemento valioso del sistema que es el «suelo» y hay que entenderlo como un elemento vivo. Cuando posee mucha materia orgánica desarrolla muchos organismos y microorganismos donde la población total diluye el efecto negativo de parásitos y enfermedades por el control biológico que se genera y también ellos ayudan a producir nutrientes que sirven de alimento para las plantas. Por esto la llamamos tierra orgánica.

Proponemos imitar la naturaleza no dando vuelta el pan de tierra, respetando los microorganismos superficiales que son ávidos de oxígeno.

ASOCIACIÓN

Con la asociación apuntamos a ampliar la biodiversidad del ecosistema, uno de los principios fundamentales de la agricultura ecológica.

Así tenemos efectos protectores frente a plagas, no sólo porque algunas plantas repelen insectos y otras hospedan insectos beneficiosos, sino también porque los insectos entran en un ambiente de confusión por los olores y colores expuestos en la biodiversidad de la huerta, haciéndoseles difícil encontrar su planta preferida. Olores del aporte de plantas aromáticas (lavanda, romero, meliza, etc.) u hortalizas (perejil, ajo, etc.) y colores al intercalar líneas de siembras de diferentes especies aportándoles diferentes colores o verdes, o distintas alturas y estructuras de plantas. Ellos nos ayudan a desorientar el objetivo del insecto.

Por ello dentro del kit de semillas hortícolas entregadas a los beneficiarios van flores y aromáticas.

1. Porque aprovechamos mejor el espacio asociando plantas de crecimiento vertical (puerro), con otras de crecimiento horizontal (lechuga), o asociando aquellas de crecimiento rápido (rabanito, lechuga) con especies de crecimiento lento (zanahoria, repollo).
2. Porque al utilizar intensivamente el suelo, éste se va cubriendo más y, en consecuencia, las malezas tienen menos espacios para crecer.
3. Porque las plantas asociadas no compiten por nutrientes y extraen de distintos lugares: las verduras de hoja cuyas raíces son más superficiales extraen fundamentalmente nitrógeno, las de raíz más profundas toman sobre todo potasio.
4. Las asociaciones tienen efectos protectores frente a plagas, pues algunas plantas repelen insectos; otras hospedan insectos benéficos. Ejemplos de asociación son: puerro o cebolla con zanahoria, albahaca con tomate y remolacha con repollo.

ROTACIONES

No todas las plantas se comportan igual con la tierra. Distintas especies tienen preferencias para extraer algún nutriente en particular, algunas incluso pueden mejorar la fertilidad de la tierra (leguminosas).

Con una adecuada rotación de plantas no sólo conservamos la fertilidad del suelo, sino que también al cambiar de tablón año tras año prevenimos el ataque de plagas y enfermedades.

Una de las rotaciones propuestas rotar el siguiente grupo de hortalizas:

a) Frutos: tomate, pimiento zapallito, berenjena, pepino, maíz, etc.
b) Leguminosas o reponedoras: habas, porotos, garbanzos, arvejas, soja, etc.
c) Raíz: zanahoria, remolacha, cebolla, ajo, papa, etc. Hoja: lechuga, acelga, achicoria, espinaca, etc.

También esto permitirá que las plantas que se suceden aprovechen mejor todas las capas de la tierra y los nutrientes que ésta posee.

ABONOS

Para mantener la fertilidad del suelo, además de las rotaciones y asociaciones recurrimos a los abonos orgánicos, que pueden ser compuestos, verdes y de superficie.

Abono compuesto: lo obtenemos mezclando restos orgánicos y tierra; los primeros pueden estar compuestos (por ello su nombre) por residuos de cocina, yuyos, paja, estiércoles, ceniza. Se van intercalando capas de material a descomponer con finos estratos de tierra, se le debe asegurar una buena cantidad de humedad. En pocos meses se convertirá en un abono orgánico disponible para las plantas.

Las variantes de la abonera pueden ser:

I) En pozo, este sistema es apto para zonas secas, en zonas húmedas el exceso de humedad pudre el preparado.
II) En tacho, agujereados en toda la superficie para disponer de oxígeno en el proceso, sin tapa y la opción sin fondo para poder retirar abono procesado desde abajo.
III) En parva, lo más fácil y práctico. Se puede tapar en épocas de lluvias.

Abono verde: quienes disponen de mayores superficies pueden aprovechar parcelas o canteros para descansar de la producción de hortalizas y con una siembra de alguna leguminosa o gramíneas incorporarlas a la tierra como fertilizante. En el caso de huertas escolares se puede aprovechar el período de vacaciones.

Abono de superficie: Se deposita material vegetal como pasto, yuyos, hojas, desecho de cosecha, material semidescompuesto de la abonera sobre la superficie que se quiere fertilizar, así se irá incorporando al suelo a través de los procesos biológicos de la tierra. Además funciona como mantillo o cobertura de suelo, evitando evaporación y protegiendo la estructura del suelo del impacto de las gotas de agua. También impide en mayor proporción el crecimiento de malezas.

Cuando comenzamos con la huerta orgánica en el terreno irrumpimos en él con nuestro agroecosistema, que le llevará tres a cuatro años lograr un equilibrio o estabilización del mismo aportado por la diversidad de especies vegetales que por ejemplo favorecen la estabilidad entre consumidores primarios (plagas) y consumidores secundarios (sus enemigos naturales), y un suelo con fertilidad y vida de microorganismos que beneficiaren en salud a las plantas; desde ese entonces estaremos con una baja probabilidad de encontrarnos con la aparición de agentes dañinos

vegetales. Pero en ese lapso el aumento de la población de alguna especie de insecto perjudicial se puede dar, para ello intervenimos con algún preparado vegetales o producto mineral permitido por las normas de agricultura ecológica, por ejemplo:

- Preparado de ajo y tabaco con jabón en pan para pulgones, cochinilla, mosca blanca.
- Aceite mineral con ruda y salvia para cochinillas y mosca blanca.
- Preparado de paraíso (*Melia azedarach*) para gusanos y langostas.
- Cenizas de madera y cal para vaquita de los melones, espolvoreada sobre el suelo para caracoles y babosas.
- Caldo bordeles para enfermedades fúngicas y ácaros.
- Preparados de ortiga previenen enfermedades criptogámicas y estimulan el crecimiento.
- Cenizas y cuajada o suero de mantequilla o leche para enfermedades en cucurbitáceas.
- Preparado de cebolla para gusanos cortadores en almácigos, etc.

IMPACTO DEL PROGRAMA

El programa tiene alrededor de 10 años de vida, para diciembre del 2000 llega asistencia a 2.478.492 personas a través de un total de 392.445 huertas =>.

384.362 huertas familiares (hogares carentes de 5 a 6 integrantes).
2.251 emprendimientos comunitarios (112.808 personas).
5.832 huertas escolares.
23.950 granjas.

La distribución en áreas:

32% ares rurales.
38% ares urbanas de hasta 50.000 habitantes.
30% en grandes ciudades.

Colaboración de 14.106 promotores o agentes multiplicadores (63% mujeres), 1.200 técnicos intervinientes de instituciones cooparticipantes (ing. agrónomos, veterinarios, asistente social, nutricionista, biólogos, sicólogos, médicos, etc.).

La red de vinculación comprende más de 5.000 instituciones, entidades u organismos de muy diverso tipo.

Se realizó un estudio haciendo muestreo en diferentes puntos del país, siendo los niveles de producción de verduras y frutas ecológicas obtenidos en las huertas:

189.200 Kg/huertas/año y los requerimientos mínimos de hortalizas frescas de los grupos familiares atendidos 189.300 Kg/año para 5,1 personas / familia, esto puso en evidencia que el Pro-Huerta está cumpliendo con su principal objetivo: complementar por la vía de la autoproducción de alimentos las necesidades de consumo de hortalizas frescas de la población en situación de vulnerabilidad alimentaria.

72.725 t/año de hortalizas ecológicas no certificadas debido a que es para autoconsumo.

Cabe acotar que para este año de crisis económica 2002 en curso se aumentó en forma significativa en el programa el número de huertas orgánicas gracias a la capacidad de organización de la gente a traves de su red de cooperación recíproca de organizaciones.

Sistema Integrado de Produção Agroecológica: uma experiência de pesquisa no Brasil

DEJAIR LOPES DE ALMEIDA[1], JOSÉ GUILHERME MARINHO GUERRA[1], RENATO LINHARES DE ASSIS[1], ALBERTO FEIDEN[2], SYLVIO ROMERO DE CARVALHO[3], RAUL DE LUCENA DUARTE RIBEIRO[4], ANTÔNIO CARLOS DE SOUZA ABBOUD[4], MARIA DO CARMO DE ARAÚJO FERNANDES[5]

[1] Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74505, Seropédica, RJ, CEP:23850-970. dejair@cnpab.embrapa.br; gmguerra@cnpab.embrapa.br; renato@cnpab.embrapa.br

[2] Embrapa Agrobiologia (Membro do Colegiado Estadual de Produção Orgânica do Rio de Janeiro). Caixa Postal 74505, Seropédica, RJ, CEP:23850-250. feiden@cnpab.embrapa.br

[3] Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1024 – Jardim Botânico – Rio de Janeiro, RJ, 22460-000. sac@cnps.embrapa.br

[4] Universidade Federal Rural do RJ, km 47 antiga RJ-SP, Seropédica, RJ. raul@ufrrj.br; abboud@ufrrj.br

[5] Diretora Técnica Pesagro-Rio, Alameda São Boaventura,770 – Fonseca – Niterói, RJ, 24120-191. mcarmo@pesagro.rj.gov.br

RESUMO

O reconhecimento da importância de se pesquisar métodos altemativos de produção levou à implantação, em 1993, do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), mediante convênio firmado entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através dos Centros Nacionais de Pesquisa de Agrobiologia e de Solos (CNPAB e CNPS), e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), através da Estação Experimental de Itaguaí (EEI). O SIPA é conduzido em área de aproximadamente 59 hectares, no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro (Brasil). O SIPA tem como objetivo pesquisar sistemas agrícolas capazes de contribuir para a sustentabilidade da atividade produtiva no meio rural. É um espaço para o exercício da pesquisa sistêmica, de cunho multi e interdisciplinar, procurando-se entender as relações entre as diferentes componentes de um sistema de produção. Assim, simula-se um sistema de produção altamente complexo, com alta diversidade funcional, onde os processos ecológicos podem se expressar. Ao lado de experimentos convencionais em parcelas, feitas dentro do ambiente ecologicamente equilibrado do sistema, é realizado o monitoramento de diversos sistemas de produção existentes, além de atuar como vitrine para difusão dos princípios agroecológicos e de algumas tecnologias já comprovadas. Os resultados obtidos até o momento tem demostrado o grande êxito do SIPA. As metas propostas tem sido atingidas e mesmo superadas, tendo-se a unidade tornado em centro de referência de agroecologia e agricultura orgânica, não só no estado do Rio de Janeiro, mas mesmo a nível de Brasil.

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos mais saudáveis, produzidos em sistemas ecologicamente sustentáveis, vem se tornando cada vez maior, não somente do ponto de vista do consumidor mas também devido à dificuldade de os agricultores arcarem com os custos elevados dos sistemas agrícolas tidos como «convencionais», além dos problemas eco-toxicológicos e de saúde, vinculados ao mau uso de agroquímicos.

O reconhecimento da importância de se pesquisar métodos alternativos de produção levou à implantação, em 1993, do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), mediante convênio firmado entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), através dos Centros Nacionais de Pesquisa de Agrobiologia e de Solos (CNPAB e CNPS), e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO), através da Estação Experimental de Itaguaí (EEI). O SIPA é conduzido em área de aproximadamente 59 hectares, no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro (Brasil), onde o relevo é ondulado, com solos predominantemente dos tipos podzólico vermelho-amarelo e planossolo, de baixa fertilidade, prevalecendo clima quente e úmido, de inverno não rigoroso.

A busca por sistemas de produção de maior eficiência econômica e energética, associada à conservação dos solos, torna prioritárias a integração de atividades agropecuárias e a reciclagem de resíduos orgânicos obtidos localmente (SILVA, 1992). Assim, o SIPA tem como objetivo pesquisar sistemas agrícolas capazes de contribuir para a sustentabilidade da atividade produtiva no meio rural.

OBJETIVOS E PRINCIPAIS RESULTADOS

O SIPA é um espaço para o exercício da pesquisa sistêmica, de cunho multi e interdisciplinar, procurando-se entender as relações entre as diferentes componentes de um sistema de produção. Assim, simula-se um sistema de produção altamente complexo, com alta diversidade funcional, onde os processos ecológicos podem se expressar. Ao lado de experimentos convencionais em parcelas, feitas dentro do ambiente ecologicamente equilibrado do sistema, é realizado o monitoramento de diversos sistemas de produção existentes, além de atuar como vitrine para difusão dos princípios agroecológicos e de algumas tecnologias já comprovadas. Possui também uma importante papel como educação ambiental, mediante visitas de escolas das comunidades do entorno e mesmo de educação alimentar, através da feirinha realizada semanalmente para venda da produção obtida.

No SIPA busca-se o aproveitamento racional das potencialidades locais, dentro de uma estratégia que tenciona contribuir para dar sustentabilidade e estabilização à atividade produtiva no meio rural, priorizando: obter máxima reciclagem de nutrientes; integrar atividades de produção animal e vegetal; alcançar auto-suficiência em nitrogênio, usando intensamente a rotação e a diversificação de culturas, com vistas à reciclagem e fixação de N_2; minimizar as perdas de nutrientes por percolação e erosão; importar nutrientes desde que necessário para balancear as perdas inevitáveis; manter o equilíbrio nutricional das plantas, evitando situações de estresse, de modo que seus mecanismos de defesa não sejam alterados e possam manifestar-se plenamente; manter as populações de fitoparasitos e ervas invasoras em níveis toleráveis, sem o emprego de

técnicas que representem impactos negativos de natureza eco-toxicológica; intensificar a implantação de estandes agroflorestais; estabelecer práticas alternativas de manejo de bovinos de leite e aves; monitorar cientificamente os diversos componentes do SIPA. Como resultados importantes obtidos até o momento, podem-se mencionar:

- Cultivo em sistema orgânico, sem aplicação de agrotóxico e sem adição de nitrogênio industrializado, mostrou-se viável para as seguintes culturas: alfaces, brócolis, cebolinha, cebola, alho, chicórea, couve, espinafre, bertalha, repolho, salsa, abóboras, berinjela, caupi, chuchu, pimentão, tomate rasteiro e cerejinha, quiabo, feijão de vagem, aipim, batata-doce, beterraba, cenoura, inhame, cará, acerola, maracujá, cana-de-açúcar, rúcula, mamão, banana, girassol, sorgo, milho, soja.
- Cultivos consorciados que se mostraram promissores: cenoura com alface ou chicórea, batata-doce com *Crotalaria juncea*, berinjela com caupi, pimentão com caupi, aipim com *Crotalaria juncea*, aipim com caupi, inhame com caupi e brócolis, repolho com rabanete, alface com rabanete, milho com caupi, milho com crotalária, *Arachis pintoi* como «cobertura viva» nos plantios de mamão, maracujá e banana, cunhã como «cobertura viva» no plantio de fruta do conde, siratro como cobertura de figo.
- Em experimento de adubação verde num consórcio de milho com caupi, (duas linhas de caupi para cada linha de milho) foi avaliada a contribuição da fixação biológica de N_2 pelo caupi e sua transferência para o milho através da análise de abundância natural de ^{15}N em amostras de plantas de milho e caupi. Apesar de não concluído, o estudo já proporcionou os seguintes resultados: - a adubação verde aumentou significativamente o teor de N total das folhas de milho, analisadas oito dias após o corte da leguminosa; o balanço de nitrogênio no tratamento com duas linhas de caupi chegou próximo ao equilíbrio, demonstrando que a técnica da adubação verde é capaz, não somente de fornecer o nitrogênio exigido pela cultura do milho, mas também restituir quase todo o nitrogênio retirado do sistema pelos produtos colhidos. A produção de grãos de milho foi aumentada em 16% quando as duas linhas de caupi foram utilizadas como adubo verde (incorporadas ou só roçadas) na época da floração.
- Plantio de milho consorciado com crotalária proporcionou aumento da produtividade do milho. A medida que se adensa a população da leguminosa nas entrelinhas do milho, promove-se um incremento na biomassa roçada e no aporte de nitrogênio. A produtividade do milho no consórcio, com três linhas de crotalária, foi superior em até 68% àquela obtida no monocultivo. O sistema testado de adubação verde simultâneo pode ser recomendado aos agricultores da região, tendo em vista sua eficiência, viabilidade prática e baixo custo.
- Os teores de nutrientes (N, P , K ,Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn) analisado em amostras foliares de algumas espécies (alface, couve, brócolis, repolho, chicórea, espinafre, cenoura, milho, mandioca, abóbora, cana-de-açúcar, coco e pupunha), cultivadas sob manejo orgânico, têm se apresentado dentro ou acima das faixas consideradas adequadas para as respectivas culturas.
- Os teores de $N\text{-}NO_3$ medidos em hortaliças produzidas organicamente no SIPA, quando comparados com amostras das mesmas espécies produzidas convencionalmente e comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA-RIO), foram significativamente mais baixos; assim, os produtos amostrados da CEASA-RIO revelaram elevados teores de $N\text{-}NO_3$, em relação aos do SIPA, da ordem de: espinafre - 380%; couve - 350%; repolho - 120%; alface - 50% e cenoura - 20%.

- Consórcios de alface com cenoura ou beterraba, avaliados pelo «Índice de Eficiência de Uso da Terra», mostraram-se 84 e 37% mais produtivos do que os respectivos monocultivos; a produtividade da cenoura em consórcio foi de 43,54 t/ha contra 35,88 t/ha em monocultivo. Já a produtividade da beterraba em consórcio foi 29,04 t/ha contra 32,24 t/ha em monocultivo. O peso médio da alface, por outro lado, não foi influenciado pela presença da cenoura ou da beterraba em consórcio.
- A cultura da araruta mostrou adaptabilidade às condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense, apresentando excelente produtividade de rizomas (acima de 20 t/ha). O plantio em leiras espaçadas de 80 cm mostrou-se uma boa opção para a cultura sob manejo orgânico.
- Os valores médios de biomassa microbiana do solo (BMS) encontrados para as áreas ocupadas com cana-de-açúcar, mandioca e pastagem, foram de, respectivamente, 148,90 (±19,82), 169,47 (±22,33) e 249,75 (±22,44) mgCg-1 de solo. Nota-se, assim, uma tendência para maior BMS na área de pastagem. Esses resultados são preliminares, pois o estudo encontra-se em andamento.
- A solarização do solo, utilizando-se cobertura com plástico transparente, mostrou-se um método eficiente para o controle da população de tiririca. Além de ter reduzido o número de capinas, a solarização aumentou a produção de raízes de cenoura «Brasília» em 21%. A biomassa microbiana do solo foi reduzida pela solarização a 26% do valor calculado para as parcelas - controle, mas houve acentuada recuperação após a retirada do plástico.
- Substrato constituído de insumos localmente disponíveis (composto ou vermicomposto + «cama» de aviário + carvão de casca de arroz ou de café), enriquecido com termofosfato sílico-magnesiano e cinza vegetal, revelaram-se tão eficiente quanto o substrato industrial para produção de alface 'Verônica' e de beterraba 'Early Wonder Tall Top' em bandejas de isopor com 200 células, sob condições de casa-de-vegetação, podendo vir a representar opção viável para agricultura orgânica. A solarização desses substratos orgânicos inativou por completo as sementes de ervas invasoras, sobretudo presentes nos substratos formulados a partir de vermicomposto.
- balanço de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) realizado nas culturas de: abóbora, beterraba, cebolinha, cenoura, chicória, rabanete, repolho, rúcula, salsa, tomate e vagem, sob manejo orgânico revelou-se positivo (entrada de nutrientes maior que a saída). Essas estimativas, embora promissoras, necessitam de acompanhamento em anos subsequentes, afim de permitir que as recomendações de adubação para as diferentes culturas, sejam adequadas não apenas para obtenção de bons níveis de produtividade, mas também para manutenção nos níveis de fertilidade dos solos.
- Pré–cultivo de *C. Juncea* pode substituir integralmente a adubação orgânica de cobertura, normalmente feita com esterco de «cama» de aviário no consórcio alface cenoura. Por outro lado, houve diferenças também marcantes, no que diz respeito à alface, entre o pré-cultivo de *C. juncea* e o pousio, o que indica que a leguminosa é adequada para programas de rotação de culturas com as hortaliças estudadas.
- A avaliação do desempenho de cultivares de milho para colheita de espigas verdes em sistema orgânico de produção demostrou a existência de diferenças significativas entre as cultivares de milho testadas, para a maioria das variáveis consideradas. No cômputo geral, destacaram-se as cultivares IAC Vitória, IAC Mococ, Sol da Manhã NF e Sol da Manhã

ND, nesta ordem, como promissoras para colheita de espigas verdes em sistema orgânico de produção. Tendo em vista a importância das características avaliadas com respeito à produtividade e padrão comercial (inclusive atributos sensoriais), essas cultivares podem ser recomendadas aos agricultores da Baixada Metropolitana. Por outro lado, as cultivares BR- 106 e BR-473 não revelaram adaptabilidade ao manejo orgânico para produção de milho verde na região.

- Avaliação do desempenho de quatro cultivares de beterraba (Early Wonder Tall Top, Early Wonder Stay Green, Avanger e Rosette) sob manejo orgânico, demonstrou que as cvs. Early Wonder Tall Top e Early Wonder Stay Green foram equivalentes e superiores às híbridas Avanger e Rosette, com a vantagem do menor preço das sementes no comércio.
- A soja demonstrou excelente potencial como adubo verde, em cultivos de primavera/verão, face à elevada formação de biomassa, precocidade e facilidade de obtenção de sementes. As cultivares Taquari, Mandi, Campo Grande, Surubi e Celeste revelaram-se promissoras tanto para serem utilizadas com adubo verde quanto para a produção de grãos, quanto submetidas a manejo orgânico, apresentando altos rendimentos. A produção de grãos de soja orgânica constitui-se, por outro lado, numa boa alternativa em sistemas diversificados, sobretudo para a agricultura familiar.
- Plantio direto de repolho (cv. Astrus) sobre palhada roçada e *Crotalária juncea* e o de brócolis (cv. Baron) sobre palhada roçada de *C. juncea*, sorgo ou milheto, mostrou ser uma técnica de cultivo adequada para a produção destas hortaliças sob manejo orgânico, sem a utilização de herbicidas.
- A polinização artificial em flores de pinha, promove nas condições da Baixada Fluminense aumento no comprimento, número médio e produtividade de frutos, além de reduzir a taxa de frutos malformados.
- As técnicas utilizadas e as observações registradas no SIPA têm sido transferidas a produtores, extensionistas, estudantes de nível médio, graduação e pós-graduação, professores e pesquisadores que visitam a área ou participam de «dias de campo». O interesse na adoção das técnicas aprovadas e no intercâmbio de informações têm sido grande, com um registro anual variando até então de 1000 a 1800 visitantes.
- Desde 1993, foram conduzidas no âmbito do SIPA diversas atividades de pós-graduação, tendo sido defendidas até o momento 9 dissertações de mestrado e 1 tese de doutorado, estando em andamento 11 dissertações de mestrado e 10 teses de doutorado. Além disto foram publicados 42 resumos em anais de congressos e 26 artigos técnico-científicos.

PRODUTIVIDADE E RESULTADO ECONÔMICO DAS PRINCIPAIS CULTURAS

No SIPA o maior destaque tem sido dado ao cultivo de hortaliças. Na Tabela I são apresentados os dados de produtividade de 12 destes cultivos. Comparando este resultado com a média brasileira, observou-se que das 9 hortaliças para as quais haviam disponibilidade de dados na literatura, somente em 2 casos, os resultados do SIPA foram inferiores.

Tabela I. Produtividade de diferentes espécies de hortaliças submetidas a manejo orgânico (período de agosto a dezembro de 1997) no SIPA

Espécie	Cultivar	Época de colheita	Produtividade no Sipa Ano: 1997	Média nacional (*) t/ha
Abóbora	Baianinha	novembro	10,8	8-10
Abobrinha	Menina Brasileira	setembro a outubro	23,1	10-12
Beterraba	Early Wonder Tall Top	novembro	43,8	35
Cebolinha	Todo Ano	setembro	22,3	NL[1]
Cenoura	Brasília	agosto a novembro	38	25
Chicória	Full Heart	agosto	65,6	30-35
Rabanete	HB nº 19 (Sakata)	agosto	33,7	35
Repolho	Astrus	agosto a setembro	96,6	60
Rúcula	Cultivada	agosto	20	NL[1]
Salsa	Graúda Portuguesa	setembro	22,9	NL[1]
Tomate	UC 82	novembro a dezembro	34,1	60
Feijão-de-Vagem	Alessa	agosto a setembro	25,5	16

*Fonte: FILGUEIRA, 1981; RAIJ et al., 1996.
[1]NL = valores não encontrados na literatura

A Tabela II mostra os custos analisados para as 9 olerícolas acompanhadas. Observa-se que para as culturas de cíclo mais longo e menor uso de insumos como aipim, batata doce, couve manteiga e beterraba, os Custos Variáveis são bem menores que os Custos Operacionais Totais, demonstrando uma grande influência dos custos fixos na composição dos demais custos. Isto é explicado em parte pelo método de rateio dos custos fixos utilizado, em função da área utilizada e do tempo de ocupação da área. Já as culturas de cíclo rápido como rabanete e alface, apresentam custos variáveis mais altos em relação aos custos totais, pelo menor tempo de ocupação das áreas.

Tabela II. Custos parciais e total de 9 olerícolas produzidas em sistema agroecológico (R$ ha^{-1})

CULTURA	COpE*	CVT*	COpT*	CT*
Aipim	868,23	895,31	4.940,97	5.693,66
Alface crespa	4.394,28	7.217,14	8.920,00	9.168,87
Alface lisa	4.451,00	7.275,00	8.640,00	9.125,00
Batata doce	751,25	1.088,74	5.578,80	6.417,13
Beterraba	3.808,89	6713,33	9.622,22	10.255,56
Cenoura	4.460,00	7.291,43	9.348,57	9.794,28
Couve manteiga	1.941,03	2.743,93	6.331,79	6.567,73
Espinafre	783,32	1.204,86	2.329,17	2.533,33
Rabanete	3.886,67	6.684,44	7.531,11	9.588,89

* Indicadores usados: COpE: custo operacional efetivo, CVT: custo variavel total; COpT: custo operacional total & CT: custo total.

Na Tabela III apresenta-se a comparação dos Custos Variáveis Totais (CVT) entre os dados obtidos no SIPA e os custos de produção elaborados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (Emater-Rio), para 4 olerícolas, entre as analisadas, produzidas na região central do estado do Rio de Janeiro. A comparação é feita apenas a nível

de CVT, porque devido à dificuldade de determinar os investimentos fixos, o acompanhamento de custos da Emater-Rio se restringe a este custo parcial. Os dados mostram que com exceção da alface cujos custos, apesar de inferiores são muito altos e próximos do sistema convencional, para as três outras culturas os custos no sistema agroecológico são muito inferiores, mesmo se tratando de culturas que exigem baixo uso de insumos mesmo em sistema convencional.

Tabela III: Comparação entre Custos Variáveis Totais de quatro olerícolas em produção convencional (Emater-Rio) e em produção agroecológica (SIPA) (CVT em R$ ha^{-1})

Cultura	Produção Convencional	Produção Agroecológica
Aipim	2.136,26	895,31
Alface	7.541,13	7.246,07
Batata doce	3.698,66	1.038,74
Couve	3.144,20	2.721,38

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento, bem como a motivação e mobilização da equipe de pesquisadores e técnicos das instituições participantes, que se ampliou em relação ao núcleo inicial tem demostrado o grande êxito do SIPA. As metas propostas tem sido atingidas e mesmo superadas, tendo-se a unidade tornado em centro de referência de agroecologia e agricultura orgânica, não só no estado do Rio de Janeiro, mas mesmo a nível nacional, tanto que em função dos resultados gerados, a Embrapa Agrobiologia, passou a liderar o núcleo Temático de Agricultura Orgânica no âmbito da Embrapa, a nível nacional.

Entre outros desdobramentos do trabalho, estão a formação da Rede Agroecologia Rio, rede de geração e difusão de tecnologia formada por instituições públicas e privadas, composta alem da Embrapa Agrobiologia, UFRuralRJ, Pesagro-Rio, participantes do SIPA, da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro –Emater-Rio–, da Associação de Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro –ABIO–, associação representante dos agricultores orgânicos do Rio de Janeiro e certificadora da produção orgânica, da Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa –AS-PTA–, ONG que trabalha com metodologias participativas de geração e difusão de tecnologias agroecológicas, e a Agrinatura Alimentos Naturais, empresa comercializadora de produtos orgânicos; visando englobar todo a cadeia de pesquisa, difusão, produção e comercialização de produtos orgânicos. Também dentro da Embrapa foi criada a Rede de Pesquisa em agricultura Orgânica, envolvendo diversos centros de pesquisa da Embrapa que estão passando a atuar na pesquisa em agricultura orgânica, sob coordenação da Embrapa Agrobiologia.

BIBLIOGRAFIA

FILGUEIRA, F.A.R. *Manual de Olericultura*: Cultura e Comercialização de Hortaliças. 2.ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. V. 2, 356 p.

GUIMARÃES, J.M.P.; VIEIRA, G. *Administração Financeira II,* Lavras: ABEAS/FAEPE, 1990, 112 p.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo.* 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996, 285 p.

SILVA, V.F. da. *Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P: processo de produção e avaliação para a cultura da cenoura* (*Daucus carota* L.). Itaguaí: UFRRJ, 1992, 116p. Tese de Mestrado.

A Conversão de Sistemas Convencionais para Sistemas Orgânicos de Produção no Brasil

RENATO LINHARES DE ASSIS[1], DEJAIR LOPES DE ALMEIDA[2], VINÍCIUS VITOI SILVA[3], ALBERTO FEIDEN[4]

[1] Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74505, Seropédica, RJ, CEP:23850-970. renato@cnpab.embrapa.br
[2] Embrapa Agrobiologia, Caixa Postal 74505, Seropédica, RJ, CEP:23850-970. dejair@cnpab.embrapa.br.
[3] Pesagro-Rio/EENF, Caixa Postal 97.503, Nova Friburgo - RJ, CEP 28601-970. viniciusvitoi@yahoo.com.br
[4] Embrapa Agrobiologia (Membro do Colegiado Estadual de Produção Orgânica do Rio de Janeiro). Caixa Postal 74505, Seropédica, RJ, CEP:23850-250. feiden@cnpab.embrapa.br

RESUMO

A conversão de sistemas convencionais para sistemas orgânicos de produção, consiste num longo processo de mudanças de concepções de agricultura, praticas agronômicas e relacionamento da produção com o meio ambiente e mercado. Muitos aspectos estão envolvidos nesta mudança, em especial os econômicos e políticos, que condicionam a adoção da agricultura orgânica junto a diferentes estratos sócio-econômicos de agricultores. Embora haja agricultores que pretendam a simples substituição de insumos agroquímicos por insumos "orgânicos", mantendo a mesma lógica produtiva dos sistemas convencionais, na verdade o processo de conversão é mais que isto, pois há a necessidade de diversos passos adicionais, que deveriam culminar com todo o redesenho da paisagem regional. A estratégia de conversão varia em geral com a motivação e a disponibilidade de recursos do detentor da unidade produtiva. Assim, agricultores mais capitalizados e com expectativa de retornos rápidos, tenderão a uma conversão mais radical da unidade produtiva, enquanto que agricultores com poucos recursos, interessados em reduzir custos de produção e impactos ambientais, tenderão a uma conversão mais gradual e mais lenta, dentro de suas disponibilidades de recursos. É recomendável uma reflexão: o que determina a conversão para a agricultura orgânica: é o mercado ou a necessidade de produzir alimentos com matrizes tecnológicas diferentes da agricultura convencional? Se o mercado é o determinante da conversão, estamos diante de um treinamento, ou seja, mudança condicionada através de um estímulo. Este pode mudar ou acabar e, dessa forma, o mesmo acontece com o comportamento do agricultor. Se a base tecnológica é o determinante da conversão, temos um processo educativo, isto é, mudança condicionada através de uma reflexão, através da qual ocorre uma decisão do agricultor, mais profunda e duradoura.

INTRODUÇÃO

Muitos aspectos estão envolvidos na conversão de sistemas convencionais para sistemas orgânicos de produção, em especial os econômicos e políticos, que condicionam a adoção da agricultura orgânica junto a diferentes estratos sócio-econômicos de agricultores. Isto é importante, particularmente quando se pensa na difusão em larga escala de sistemas orgânicos de produção, exigindo um apoio mais expressivo e que considere suas especificidades, por parte da política agrícola do Estado.

Considera-se ainda que a existência de dificuldades no período inicial de conversão para a agricultura orgânica, relacionados a perda inicial de produtividade devido ao tempo para recondicionamento do ambiente de produção, não tem estimulado uma resposta mais efetiva da maioria dos agricultores, mesmo considerando o nível de preços que os consumidores estão atualmente dispostos a pagar. No Brasil, isto é agravado pelas incertezas geradas pela estrutura ainda precária de comercialização.

O objetivo deste artigo é, a partir de uma análise inicial sobre o conceito de conversão, discutir, em função das diferentes situações iniciais possíveis das unidades produtivas, os fatores que interferem no processo de conversão. Feito isto, amplia-se a discussão para os princípios que norteiam este processo e as diferentes estratégias possíveis de serem adotadas, para então concluir com uma proposta com os diferentes passos a serem dados em um processo de conversão, que ultrapasse os meros limites legais para obtenção do selo orgânico e, a partir de um processo educativo, possibilite a criação de agroecossistemas realmente sustentáveis.

SOBRE A CONVERSÃO PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA

Conversão é o termo usualmente utilizado para denominar o processo de mudança do sistema convencional para orgânico. Além de questões técnicas e educativas que a mudança tecnológica per si pressupõe, a conversão pode envolver também questões normativas, na medida que esteja ligada ao processo de certificação.

As questões técnicas, segundo Khatounian (1999) envolvem aspectos biológicos que constituem a parte mais agronômica da conversão, e incluem o reequilibro das populações de pragas e doenças e das condições do solo. Por outro lado, as questões educativas dizem respeito ao aprendizado, por parte dos agricultores, dos conceitos e técnicas de manejo que viabilizam a agricultura orgânica

Como afirmam Carmo & Magalhães (1999), a passagem da agricultura convencional para a agricultura orgânica implica no aprendizado e na experimentação com sistemas agrícolas nada usuais. Neste sentido se privilegia a capacidade reprodutiva dos recursos biológicos, além de se procurar garantir lucros ao agricultor. Assim, o período de conversão não deve ser entendido apenas como uma quarentena para eliminação de resíduos de agrotóxicos, mas como um período necessário para a reorganização, sedimentação e maturação dos novos conhecimentos, aliado a uma ativa ressituação dos agricultores e do ambiente (KHATOUNIAN, 1999).

O tempo necessário para a conversão, bem como as dificuldades a serem observadas neste processo, dependerá do grau de adoção anterior, por parte do agricultor, de práticas convencionais. Além disto, deve-se levar em conta o período em que isto ocorreu e da intensidade de como estas práticas afetaram as bases de produção até o início do processo de conversão.

No que se refere as questões normativas, estas estão ligadas ao enquadramento nas normas de produção, sem o que o produto não estará habilitado a receber o selo orgânico de qualidade. Este selo se torna cada vez mais importante à medida que o mercado de produtos orgânicos se amplia, e os vínculos entre produtores e consumidores despersonalizam-se, surgindo a figura da certificação (KHATOUNIAN, 1999). Este afastamento determina a necessidade de estabelecimento de padrões básicos, definidos por Fonseca (2000) como padrões orgânicos que estipulam a proibição do uso de alguns insumos, ditam uma gama de práticas a serem seguidas e, asseguram a sustentabilidade de sua cadeia produtiva.

A questão da sustentabilidade presente nesta definição, representa um ponto subjetivo que contrasta com a necessária objetividade destes padrões orgânicos para atender às demandas de mercado. Isto determina riscos de simplificação dos sistemas orgânicos de produção, a partir de uma visão restrita das normas de produção, considerando-se somente o que é ou não permitido. Segundo Khatounian (1999), a finalização da conversão significa que a área cumpriu os prazos e as prescrições de produtos e manejo previstos pelas normas, não significando que o sistema e seus produtos estejam perfeitos, mas apenas qualifica-os para o uso do selo orgânico. Assim, da mesma forma como há sistemas convencionais com vários níveis de eficiência e rendimento, assim também ocorre com os sistemas orgânicos certificados, com a ressalva de que estes já deram um primeiro e grande salto, e preparam-se agora, para a longa caminhada em busca da sustentabilidade, ultrapassando para isto o mero atendimento das normas legais para obtenção do selo orgânico.

POSSÍVEIS SITUAÇÕES DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO A SEREM CONVERTIDAS

O tempo é um fator importante para qualquer conversão, sendo necessário estabelecer limites de tempo para que sejam efetuados alguns ajustes na rotina e no aprendizado de técnicas utilizadas na agricultura orgânica (VITOI, 2000). A forma como isto irá ocorrer no entanto, irá depender da estratégia de conversão a ser adotada conforme apresentado no **Tabela I**. Dentre as estratégias apresentadas, a opção a ser feita irá depender, como coloca Vitoi (2000), de uma análise dos pontos fortes e fracos da propriedade, bem como da definição de aptidões, da experiência do agricultor, do tipo de mão-de-obra utilizada e do mercado.

Tabela I. Possibilidades de estratégias de conversão para a agricultura orgânica (modificado de FEIDEN, 2001)

Categoria	Descrição
I. Conversão radical e imediata de toda unidade produtiva	Eliminação imediata de todos insumos agroquímicos, com a substituição, sempre que possível por práticas ou insumos adotados na produção orgânica
II. Conversão radical de parte da unidade produtiva	Delimitação de área em separado a ser certificada para a produção orgânica, enquanto mantém-se o restante com produção convencional
III. Utilização de unidade produtiva que dispensa conversão	Utilização, em geral através de arrendamento, de área em pousio ou já certificada anteriormente para iniciar a produção orgânica
III. Conversão gradual da unidade produtiva	O objetivo principal não é a certificação da produção como orgânica, mas a busca de uma maior estabilidade do sistema de produção e uma conseqüente redução dos riscos inerentes a produção agrícola, com a adoção de práticas agroecológicas

Neste sentido, dois parâmetros são fundamentais nesta análise: a forma de organização social da produção (**Tabela II**) e o padrão tecnológico da unidade de produção no início do processo de conversão (**Tabela III**). Estes parâmetros é que irão determinar além da estratégia a ser adotada, a velocidade com que se processará a conversão e a inserção no mercado.

Silva (1999) coloca que na produção agrícola, a variável tecnológica encontra-se estreitamente associada com a disponibilidade de recursos físicos e financeiros, e com o processo de produção e de trabalho, considerando-se neste caso, a divisão interna do trabalho entre os membros da família ou a mão-de-obra contratada.

A este respeito, particularmente em relação a agricultura orgânica, Lampkin (1990), destaca a importância da condição econômica do agricultor na conversão para este sistema de produção, relacionando-a, junto com o acesso à informação técnica, como condicionante à implementação deste processo. A estratégia de conversão a ser implementada é estabelecida, e independente da escolha sempre terá um certo grau de gradualidade e, como convém a um processo de natureza biológica e educativa, sem um roteiro, mas com um conjunto de preceitos a serem seguidos e adaptados nas diferentes situações. Desta forma, o caminho a ser seguido no processo de conversão de sistemas convencionais para sistemas orgânicos de produção (**Tabela I**), deverá ser escolhido tendo por base o estrato sócio-econômico do agricultor envolvido (**Tabela II**), associado ao padrão tecnológico no momento inicial do processo (**Tabela III**).

A estratégia de conversão varia em geral com a motivação e a disponibilidade de recursos do detentor da unidade produtiva. Assim, agricultores mais capitalizados e com expectativa de retornos rápidos, tenderão a uma conversão mais radical da unidade produtiva, enquanto que agricultores com poucos recursos, interessados em reduzir custos de produção e impactos ambientais, tenderão a uma conversão mais gradual e mais lenta, dentro de suas disponibilidades de recursos.

Tabela II. Possibilidades de formas de organização social da produção agrícola (modificado de PAYÉS, 1993)

Categoria	Descrição
I. Produtor simples de mercadoria	Caracterizado por utilizar a terra e o trabalho familiar como o principal recurso produtivo, o qual é voltado em grande parte para a produção de subsistência, sendo pequena a inserção no mercado
II. Produtor semi-assalariado	Agricultor com renda extra-propriedade, que utiliza a terra e o trabalho familiar como os principais recursos produtivos, voltados em grande parte para a produção de subsistência, sendo pequena a inserção no mercado
III. Empresa familiar	Utiliza a terra e o trabalho familiar como os principais recursos produtivos, que são voltados principalmente para uma produção voltada para o mercado
IV. Empresa de gerência familiar	Unidade de produção agrícola que por intermédio da maior contratação de força de trabalho alheia (até 2 empregados), expande a capacidade de trabalho e, consequentemente, consegue aumentar o tamanho da exploração e seus vínculos com o mercado
V. Empresa capitalista	É uma unidade de produção agrícola onde as atividades são implementadas principalmente com força de trabalho alheia (mais de 2 empregados), cabendo em geral ao proprietário dos meios de produção, somente as tarefas de direção e administração

Tabela III. Possibilidades de padrões tecnológicos iniciais das unidades produtivas a serem convertidas para a agricultura orgânica (modificado de FEIDEN, 2001).

Categoria	Descrição
I. Unidades produtivas inseridas no pacote da «Revolução Verde»	Caracterizadas por forte inserção no mercado e predominância de força de trabalho assalariada, aliado a alto índice de mecanização e de monocultivos, sendo unidades altamente dependentes de insumos externos
II. Unidades produtivas parcialmente inseridas no pacote da «Revolução Verde»	Constituídas por produtores com fraca inserção no mercado, fato que ocorre, em geral, com uma única cultura, na qual utilizam um ou mais insumos «modernos»
III. Agricultores tradicionais	Caracterizados como de subsistência ou com frágil inserção no mercado, pertencentes a comunidades isoladas ou possuidores de áreas marginais com sérias limitações à produção, e que em função da absoluta falta de recursos para a adoção de tecnologias «modernas», tendem a adoção de sistema agroecológicos de produção
IV. Neorurais	Categoria constituída por pessoas do meio urbano, com ou sem antecedentes rurais e forte motivação ideológica na adoção da agricultura orgânica, possuindo outra fonte de renda ou pequeno estoque de capital, facilitando o processo de conversão

PASSOS PARA A CONVERSÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

No Brasil, de acordo com instrução normativa vigente (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1999), e as normas das entidades cerificadoras atuantes no território nacional, a partir do momento em que o produtor deixa de utilizar insumos proibidos, e cumpre os prazos de carência, já está habilitado a comercializar seus produtos como orgânicos. Para muitos técnicos e agricultores atraídos apenas pelas vantagens do prêmio pago aos produtos orgânicos, o processo de conversão se encerra neste ponto. Consideramos no entanto, que este é apenas o primeiro passo necessário para atingir a sustentabilidade, havendo ainda um longo caminho a percorrer, que deve culminar com o redesenho de toda paisagem e não apenas da unidade produtiva.

Assim, o processo de conversão aqui descrito refere-se à estratégia de conversão gradual e não pretende ser uma receita, mas apenas pontuar alguns passos lógicos a serem seguidos, e que podem variar de situação para situação. Também a ordem dos passos não é rígida, pois ações de diversos passos podem ser combinadas sem necessariamente seguir a seqüência.

a) ***Racionalização do uso de insumos***: Na verdade este passo nada mais é que incorporar as boas práticas da agronomia convencional, no sentido de racionalizar o uso dos insumos agroquímicos, de maneira a reduzir desperdícios e diminuir o impacto ambiental das práticas agrícolas. Apesar de criticado pelas correntes de agricultura alternativa mais ortodoxas, este passo, quando adotado por um número razoável de agricultores, pode reduzir significativamente o consumo de insumos e o impacto ambiental em uma determinada comunidade ou região, e mostrar aos agricultores que é possível mudar o sistema sem comprometer a produção. Já há muitos anos, várias propostas nesta linha estão sendo recomendadas e implantadas em diversas regiões do Brasil, com maior ou menor grau de adoção, entre os quais se podem citar:

1. Zoneamento das explorações de acordo com a aptidão agrícola do solo (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).
2. Sistemas de preparo correto do solo (MAZUCHOWSKI & DERPSCH, 1984)
3. Uso da análise de solos para adubação e correção racional do solo (OLEYNIK, 1987).
4. Manejo integrado de solos e água para conservação do solo e da água (CASTRO FILHO & MUZILLI, 1996).
5. Sistemas de Plantio Direto (FUNDAÇÃO ABC, sd).
6. Manejo Integrado de Pragas (MENEZES et al. 2001).

b) ***Substituição de Insumos***: Trata-se da substituição dos insumos agroquímicos industriais por insumos não agressivos ao meio ambiente e permitidos pelos sistemas de certificação. Deve-se dar preferência aos produtos de disponibilidade local, facilmente disponíveis na propriedade ou região, e possíveis de serem manipulados localmente.

Neste passo, após substituídos, todos os insumos não permitidos pelas normas de certificação e cumprido o prazo de carência, a produção já pode utilizar o selo de qualidade de produto orgânico. Muitos produtores, interessados apenas no mercado, consideram que, ao ser atingida esta etapa, o processo de conversão terminou. Na realidade, dentro de uma visão agroecológica ainda há vários passos a seguir. A simples substituição de insumos dificilmente será sustentável a longo prazo, por não resolver as causas dos desequilíbrios ambientais, bem como pela dificuldade de obter insumos orgânicos de qualidade nas quantidades necessárias a custos razoáveis.

c) ***Diversificação e Integração de explorações***: Visa-se estabelecer combinações de explorações que promovam a biodiversidade funcional do sistema, estimulando o sinergismo na utilização do fluxo de nutrientes, e combinação de serviços ecológicos que minimizem as necessidades de insumos externos e de força de trabalho, reduzindo as perdas de elementos (fechamento dos ciclos), e otimizando a produtividade do sistema. São exemplos de práticas culturais que promovem estas integrações: rotações e sucessões de culturas; consórcios e culturas intercalares; culturas complementares; sucessões com culturas de raízes profundas que permitam a ciclagem de nutrientes percolados ou lixiviados; culturas em multiestratos; integração das produções animal e vegetal; policultivos aquáticos; e integração de lavouras com aquicultura.

d) ***Redesenho da Paisagem***: Propõe reorientar espacialmente as explorações e instalações da unidade produtiva, com vistas a utilizar melhor o potencial de uso da paisagem e reduzir os impactos ambientais. Nesta reorientação das explorações, deve-se levar em conta a aptidão agrícola do solo, a legislação ambiental (reserva legal, matas ciliares, áreas de preservação permanente), a dominância dos ventos, a exposição solar e o regime hídrico para cada gleba. Assim, pode-se destinar cada área a atividades que permitam o máximo potencial produtivo, propiciando um maior equilíbrio ecológico, e permitindo explorar as demais funções da propriedade rural.

e) ***Sistemas Complexos***: Parte-se para a implantação de sistemas complexos de produção que procuram imitar o funcionamento do ecossistema original da localidade e maximizar a integração entre explorações. Existem diversas experiências de construção deste tipo de sistemas, baseadas em diferentes lógicas e bases filosóficas, sendo realizadas por instituições de pesquisa governamentis ou não, ONGs e produtores rurais, em diversas partes do mundo:

1. Agrossilvicultura e Agrosilvipastoreio: são sistemas que integram produção agrícola e/ou pecuaria com a produção de produtos florestais. Partem desde sistemas com pouca integração, como por exemplo o plantio de culturas agrícolas nos primeiros anos de implantação de sistemas florestais convencionais, até sistemas com alto nível de integração entre as explorações. Estão sendo desenvolvidos por instituições como ICRAF na África; CATIE na Costa Rica, pela Embrapa na Amazônia Brasileira, além de diversas ONGs pelo país.
2. Sistemas Agroflorestais Regenerativos Análogos: Sistema que está sendo desenvolvido no Brasil a partir da experiência no sul do estado da Bahia pelo suíço Ernest Götsch, e que se baseia no princípio da sucessão vegetal natural, no qual se avança ou retrocede a sucessão, dependendo do produto principal a ser obtido. A partir desta experiência, diversas ONGs e grupos informais estão trabalhando em diferentes regiões, com maior ou menor ortodoxia em relação à proposta original (GÖTSCH, 1995; VIVAN, 1998).
3. Permacultura: É um sistema complexo, que integra o habitat humano às áreas produtivas em diversos níveis de intensidade, desde culturas anuais até áreas de preservação permanente. Foi desenvolvido por Bill Mollinson na Austrália, e está sendo adaptado às condições brasileiras por várias ONGs, das quais a mais importante é o Instituto de Permacultura localizado no estado da Bahia.
4. Sistemas Tradicionais: Em diversas regiões do Brasil ainda subsistem remanescentes de sistemas de produção complexos, que em sua origem possuíam uma lógica de funcionamento sustentável. Na maioria dos casos estes sistemas estão em franca decadência e degradação devido ao aumento populacional que cria uma pressão de uso dos recursos superior á sua capacidade de regeneração, ou então por pressões externas como a especulação imobiliária. Como exemplo podemos citar o Sistema Faxinal no estado do Paraná (região sul do Brasil), que integra áreas de moradia com exploração de produtos florestais e criação animal (YU, 1988), e diversos sistemas de produção caiçara, nas regiões litorâneas da Mata Atlântica, que integram agricultura e pesca com extrativismo florestal. O estudo destes sistemas, mesmo em decadência, pode fornecer importantes pistas para desenvolver novos sistemas complexos produtivos e sustentáveis, combinando a lógica do sistema tradicional com os conhecimentos científicos atuais (ALTIERI, 1989). Um exemplo bem sucedido de recuperação de um sistema tradicional em bases científicas, apresentado por Carpanezzi (1989), é o Projeto Bracatinga na região metropolitana de Curitiba (capital do estado do Paraná).

f) ***Reordenamento regional***: Embora atualmente possa parecer utopia, a conversão e o reordenamento das explorações e ocupação do espaço regional de acordo com princípios ecológicos é uma necessidade fundamental para se conseguir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. A conversão isolada de uma propriedade para o sistema orgânico, dentro de uma unidade de paisagem apresentando todos os tipos de degradação jamais será viável. No entanto isto exigirá forte intervenção pública para estender o reordenamento da paisagem em nível de unidade ecológica (bacia hidrográfica, microregião homogênea). Teria como objetivo criar um zoneamento ecológico de todas as atividades a serem realizadas nesta unidade de planejamento, maximizando as potencialidades ambientais e reduzindo os impactos. O ordenamento consideraria áreas de conservação e sistemas de

interligação entre diferentes fragmentos, áreas de produção agropecuária, áreas urbanas e industriais e vias de comunicação. O instrumental científico para este trabalho já está disponível, através da ecologia de paisagem ou ecologia regional (MATTEUCCI, 1998).

CONCLUSÕES

Para entender melhor o que é um processo de conversão de agricultura convencional para agricultura orgânica é preciso considerar vários aspectos, sejam eles culturais, técnicos, educacionais, normativos ou mesmo de mercado e considerar, também, a necessidade de uma sucessão de mudanças. Engajar-se num processo de conversão é mudar, a cada dia, a forma de pensar e trabalhar a agricultura, mas, mudança de comportamento é sempre difícil: normalmente fazemos aquilo que estamos acostumados e assim nos sentimos seguros.

Técnicos, pesquisadores e professores têm dificuldade para utilizar conceitos de ecologia em agricultura porque o conhecimento agronômico tem sido consolidado com ênfase reducionista. A agricultura orgânica está ainda em desenvolvimento, e essa é uma grande dificuldade quando se pensa em mudança. O tempo é outro fator importante para qualquer conversão, assim, é necessário estabelecer limites de tempo para que sejam efetuados alguns ajustes na rotina e no aprendizado de técnicas utilizadas na agricultura orgânica.

Ao se iniciar um processo de conversão, é necessário monitorar e refletir constantemente, pois na agricultura orgânica não existe uma receita, um pacote tecnológico. Pensar, aprender, trocar idéias, são ações fundamentais. Para o agricultor e para o técnico tem que estar muito claro que para cada problema existe um conjunto de procedimentos inter-relacionados. O fato de não existirem receitas faz com que técnicos e agricultores se sintam inseguros. Somente o aprendizado poderá trazer confiança e determinação.

Agricultura é uma atividade muito dinâmica e diversificada. Para cada região do mundo, condições econômicas ou tradições culturais existem diferentes formas de trabalhar a terra. Para fazer agricultura orgânica existe um conjunto de normas que são necessárias para caracterizá-la; não se trata de proibir, e sim de definir características de um tipo de agricultura.

O mercado é outro aspecto a ser considerado, é uma realidade e não pode ser ignorado na conversão para a agricultura orgânica. Porém, é recomendável uma reflexão: o que determina a conversão para a agricultura orgânica: é o mercado ou a necessidade de produzir alimentos com matrizes tecnológicas diferentes da agricultura convencional?

Se o mercado é o determinante da conversão, estamos diante de um treinamento, ou seja, mudança condicionada através de um estímulo. Este pode mudar ou acabar e, dessa forma, o mesmo acontece com o comportamento do agricultor. Se a base tecnológica é o determinante da conversão, temos um processo educativo, isto é, mudança condicionada através de uma reflexão, através da qual ocorre uma decisão do agricultor, mais profunda e duradoura.

BIBLIOGRAFIA

ALTIERI, M.A. *Agroecologia*: as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989, 240 p.

CARMO, M.S. do; MAGALHÃES, M.M. Agricultura Sustentável: Avaliação da Eficiência Técnica e Econômica de Atividades Agropecuárias Selecionadas no Sistema não Convencional de Produção. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 29, n.7, pp. 7-98, 1999.

CARPANEZZI, O.T.B. *Resultados preliminares das unidades de comprovação do Sistema Bracatinga*. Curitiba: EMATER-PR, 1989, 61 p.

CASTRO FILHO, C. de & MUZILLI, O. *Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas*. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996, 312 p.

FEIDEN, A. *Conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicas*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001 (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 139).

FONSECA, M.F. de A.C. *A Construção Social do Mercado de Alimentos Orgânicos*: Estratégias dos diferentes atores da rede de produção e comercialização de frutas, legumes e verduras (FLV) in natura no estado do Rio de Janeiro. 2000. 235f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FUNDAÇÃO ABC. *Curso Intensivo sobre Plantio Direto na Palha*. Castro: Fundação ABC, sd., 103 p.

GÖTSCH, E. *O Renascer da Agricultura*, Rio de Janeiro. AS-PTA: 1995, 24 p. (Série Cadernos de TA, nº 17).

KHATOUNIAN, C.A. Estratégias de Conversão para a Agricultura Orgânica. In: AMBROSANO, E. (Ed.). Simpósio de Agricultura Ecológica, 2, e Encontro de Agricultura Orgânica, 1, São Paulo, 1999. *Agricultura Ecológica*. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999, pp. 57-71.

LAMPKIN, N. *Organic Farming*. Cambridge: Farming, 1990, 715 p.

MATTEUCCI, S.D. El análisis regional desde la ecología, In: MATTEUCCI, S.D.; BUZAI, G.D., (Ed.) *Sistemas ambientales complejos*: herramientas de análisis espacial., Buenos Aires, Editora Universitária de Buenos Aires, 1998, pp. 117-150.

MAZSUCHOWSKI, J.Z.; DERPSCH, R. *Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas*. Curitiba: ACARPA, 1984, 68 p.

MENEZES, E.B.; SALGADO, L.O.; CONCEIÇÃO, C.P.M.Z. *Fundamentos Básicos do Manejo de Pragas*. Brasília, ABEAS: 2001, 72 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. *Instrução Normativa N 007* de 17 de maio de 1999. Diário da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de maio de 1999- Seção I, pp. 11 a 14.

OLEYNIK, José. *Análises de solo:* tabelas para transformação de resultados analíticos e interpretação de resultados. Curitiba: ACARPA/EMATER-PR, 1987, 28 p.

PAYÉS, M.A.M. *Sistemas de Produção Predominantes na Região de Irati - Paraná*; Um Estudo de Tipologia e Diferenciação de Produtores Rurais. Londrina: Fundação Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), 1993, 86 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 41).

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. *Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras*. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPS, 1995, 65 p.

SILVA, J. G. da. *Tecnologia e Agricultura Familiar*. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999, 238 p.

VITOI, V. Conversão não é apenas uma mudança de direção, mas um processo educativo. *Informativo Tá Na Rede*. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, v. 4, pp. 4-5, 2000.

VIVAN, J.L. *Agricultura e Florestas*: Princípios de uma interação vital. Rio de Janeiro: AS-PTA / Livraria Agropecuária, 1998, 208.

YU, C.M. *Sistema Faxinal*: Uma forma de organização camponesa em desagregação no centro-sul do Paraná. Londrina: IAPAR, 1988, 124 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 22).

Adoção da Agricultura Orgânica por produtores de hortaliças no Estado de São Paulo - Brasil

RENATO LINHARES DE ASSIS[1]

[1] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia); caixa postal 74505, CEP 23850-970, Seropédica – RJ. renato@cnpab.embrapa.br

RESUMO

Faz-se uma análise do processo de conversão para a horticultura orgânica, através de estudos de casos junto a agricultores com atuação nos dois tipos principais de mercados atualmente utilizados no Brasil para a comercialização de hortaliças orgânicas, supermercados e feiras específicas, observando-se as dificuldades enfrentadas com esta mudança de sistema de produção. Verifica-se que o sobre-preço praticado no mercado de produtos orgânicos tem papel importante na difusão da horticultura orgânica, mas diferenciado em função do perfil sócio-econômico do agricultor envolvido, podendo perder importância em favor de fatores subjetivos como convicções ideológicas, no caso de horticultores neorurais, associadas neste caso, a um bom nível de informação, caracterizado pela escolaridade de nível superior que caracteriza este tipo de agricultor. O estrato sócio-econômico do agricultor também é importante quando analisa-se a maior exigência por mão-de-obra na agricultura orgânica em relação à agricultura convencional, na medida que somente para os horticultores detentores de empresas capitalistas ou de gerência familiar, esta maior demanda repercute em desembolso financeiro e, consequentemente em uma dificuldade à adoção da agricultura orgânica mais facilmente perceptível pelos agricultores. Como forma de suprir as deficiências das diferentes categorias sócio-econômicas consideradas, que dificultam uma difusão ampla da agricultura orgânica, vê-se um papel preponderante a ser cumprido pelo Estado, que historicamente sempre esteve a margem do processo de difusão da agricultura orgânica no Brasil, que ocorreu inicialmente baseado em iniciativas de produtores neorurais com forte convicção ideológica e estrutura financeira, que lhes permitiu suportar uma longa fase inicial de experimentação baseada na tentativa e erro, fato este que determinou o estabelecimento de uma cultura de «independência» em relação ao setor público, por parte dos movimentos de agricultura orgânica no Brasil.

INTRODUÇÃO

Historicamente, os primeiros movimentos ligados a agricultura orgânica no Brasil, sempre estiveram relacionados à produção de hortigrangeiros. O chamado segmento de FLV (frutas, legu-

mes e verduras) frescos, principalmente hortaliças (legumes e verduras), foi a alavanca inicial das iniciativas pioneiras surgidas em Brasília e nos estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná.

Há algum tempo os supermercados são vistos como um grande filão a ser explorado pelos produtores orgânicos, na medida que existem hoje no Brasil, grandes redes de supermercados que tem mostrado um interesse crescente na comercialização destes produtos, seguindo uma tendência mundial (MEIRELLES, 1997).

Em relação ao potencial de mercado para a produção orgânica de FLV orgânicos, Assis et al. (1995), analisando o mercado do estado do Rio de Janeiro, colocam sobre a existência de uma demanda ainda em aberto neste sentido. Na cidade de São Paulo, pesquisa de opinião pública realizada na zona sudoeste (bairros de classe média e alta), sobre o mercado de legumes e verduras (LV) orgânicos, concluiu também sobre o potencial de crescimento deste mercado, na medida que os compradores destes produtos já possuem consciência dos problemas de contaminação das hortaliças produzidas com agrotóxicos. A mesma pesquisa apresenta ainda que a grande maioria prefere LV orgânicos desde que à venda em condições atraentes e garantidas, admitindo pagar entre 20 a 30% mais caro por isto (INSTITUTO GALLUP, 1996).

Neste artigo faz-se uma análise do processo de conversão para a horticultura orgânica, através de estudos de casos junto a agricultores com atuação nos dois tipos principais de mercados atualmente utilizados no Brasil para a comercialização de LV orgânicos, supermercados e feiras específicas, observando-se as dificuldades enfrentadas com esta mudança de sistema de produção.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para a realização deste trabalho procurou-se delimitar o universo de agricultores a ser estudado de acordo com o objetivo pretendido e a operacionalidade do trabalho. Sendo assim, optou-se por trabalhar com agricultores ligados a Associação de Agricultura Orgânica (AAO) sediada na cidade de São Paulo, e com área de atuação, no que se refere a horticultura, concentrada no estado de São Paulo. Neste caso, acreditando-se que formas de comercialização pudessem influenciar no processo de produção, delimitou-se o universo em função do tipo de mercado principal trabalhado pelo agricultor, no caso feira de produtos orgânicos e supermercados.

Desta forma, no primeiro caso a escolha foi por entrevistar os horticultores que comercializavam sua produção na Feira do Parque da Água Branca, mantida pela AAO na cidade de São Paulo, enquanto que no segundo caso, o estudo foi feito junto a produtores de hortaliças orgânicas vinculados a Associação de Produtores Horta & Arte (HORTA & ARTE), a qual comercializa a produção junto a grandes redes de supermercados.

Buscou-se ainda delimitar um universo de agricultores com um tempo mínimo de experiência com o mercado de produtos orgânicos, no caso de um ano e meio, o que caracterizava a totalidade dos vinte horticultores que utilizavam a citada feira, e quarenta e dois dos horticultores vinculados a Horta & Arte, perfazendo um total de sessenta e dois agricultores, dos quais conseguiu-se entrevistar cinqüenta e nove.

Para a realização das entrevistas, utilizou-se de roteiro com perguntas que permitiam respostas abertas, que posteriormente foram agrupadas e tabuladas em função da idéia geral do pensamento apresentado pelos agricultores em relação a cada questionamento.

CARACTERIZAÇÃO DOS HORTICULTORES ORGÂNICOS ENTREVISTADOS

Os horticultores orgânicos entrevistados foram agrupados de acordo com as categorias de organização social da produção conforme descrito por Assis (2002), resultando na separação inicial em 3 tipos: empresa familiar (**F**), empresa de gerência familiar (**G**), e empresa capitalista (**C**). Posteriormente, na medida que não se observou diferenças marcantes no padrão de capitalização entre os tipos **F** e **G**, efetuou-se subdivisão somente dos agricultores do tipo **C**, que foram separados em 3 grupos (**C1**, **C2**, **C3**) de acordo com o número de empregados, perfazendo um total de 5 diferentes tipos, conforme apresentado no **Tabela 1**.

Tabela 1. Tipologia dos horticultores orgânicos entrevistados

Tipo	Descrição	Nº de agricultores		
		Mercado principal		Total
		Feira	Supermercado	
F	Empresa familiar	4	9	13
G	Empresa de gerência familiar	4	15	19
C1	Empresa capitalista com desde 3 até 5 empregados	8	8	16
C2	Empresa capitalista com desde 6 até 10 empregados	3	3	6
C3	Empresa capitalista com 11 ou mais empregados	1	4	5
	Total	**20**	**39**	**59**

Percebe-se neste caso, uma distribuição mais homogênea entre os diferentes tipos somente para os agricultores com produção voltada para o mercado de supermercados, havendo uma concentração dos agricultores que utilizam as feiras de produtos orgânicos como mercado principal no tipo **C** (60%), com destaque para o tipo **C1**. Isto relaciona-se com a origem da agricultura orgânica no Brasil, que está intimamente ligada ao mercado de feiras, enquanto as iniciativas relacionadas à comercialização em supermercados são mais recentes.

Este fato confirma-se com a análise do tempo de experiência dos entrevistados com a agricultura orgânica, apresentado na **Tabela II**. Verifica-se neste caso que há uma forte concentração, independentemente do tipo de agricultor, na faixa de 1,5 a 3 anos (29 produtores - 49,1%), isto porém, ocorre quase que exclusivamente em função dos horticultores vinculados ao mercado de supermercados, sendo esta faixa ocupada por 28 (71,8%) dos que comercializam desta forma, enquanto que entre os que comercializam a produção em feiras de produtos orgânicos, 16 entrevistados (80%), têm mais de 6 anos de experiência com a horticultura orgânica.

Este resultado é interessante à medida que o confrontamos com o fato de que entre os 20 entrevistados com mais de 6 anos de experiência com produção orgânica, 17 (85%) referem-se, a agricultores neorurais, caracterizados em sua maioria (13 = 81%) por possuírem outra fonte renda. Isto se deve ao fato de que as iniciativas pioneiras de produção orgânica no Brasil, particularmente as de hortaliças, partiram de agricultores com origem urbana. Entre estes produtores neorurais, 14 (82%) foram enquadrados na categoria de empresários capitalistas, na qual representam 52% do total.

Tabela II. Faixa de tempo de experiência dos entrevistados com hortaliças orgânicas (n=59).*

Período	1,5 a 3 anos		3,5 a 5 anos		6 a 10 anos		11 a 15 anos		16 a 20anos		Total
Mercado principal / Tipo****	F**	S***	F**	S***	F**	S***	F**	S***	F**	S***	
F	1	9	–	–	1	–	2	–	–	–	**13**
G	–	11	2	2	2	2	–	–	–	–	**19**
C1	–	5	1	3	2	–	2	–	3	–	**16**
C2	–	1	–	–	1	1	2	1	–	–	**6**
C3	–	2	–	2	–	–	–	–	1	–	**5**
Total	**1**	**28**	**3**	**7**	**6**	**3**	**6**	**1**	**4**	**–**	**59**

* Fonte: dados da pesquisa; ** feira; *** supermercado; **** ver descrição dos tipos no Quadro 1.

CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE CONVERSÃO PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA DOS HORTICULTORES ENTREVISTADOS

No que se refere ao processo de conversão de sistema convencional para sistema orgânico de produção propriamente dito, 19 entrevistados (32,2%) colocaram que efetuaram a mudança na mesma área em que já produziam hortaliças anteriormente, passando por um período de conversão/certificação que variou de 6 meses a 2,5 anos. Esta variação se deu mais em função da capacidade de investimento do agricultor para viabilizar este processo na totalidade da área de produção, do que em função do histórico anterior de contaminação por agroquímicos nas áreas convertidas/certificadas, na medida que em relação ao padrão tecnológico anterior, todos estes agricultores foram caracterizados como detentores de unidades produtivas inseridas no pacote da «Revolução Verde».

Esta importância da capacidade de investimento do agricultor na determinação da velocidade do processo de conversão/certificação, verificou-se também junto aos outros horticultores de uma forma geral, na medida que se observou entre eles estratégias que minimizassem o impacto econômico do período de carência exigido no início do processo de conversão/certificação que, considerando o nível de capitalização inicial do agricultor, permitisse ou não a este parar totalmente com a produção convencional para iniciar a produção orgânica, ou mesmo que isto fosse feito em outra área via compra de terra ou arrendamento de área em pousio ou já certificada anteriormente.

Assim, em relação as estratégias de conversão adotada pelos produtores de hortaliças orgânicas, observa-se na **Tabela III**, que somente 6 agricultores (10%) adotaram a estratégia de conversão radical e imediata de parte da unidade produtiva. Isto porém, significou o estabelecimento de táticas econômicas diferenciadas pelos horticultores, de forma a conseguirem viabilizar-se economicamente durante o período de conversão, na medida que somente 11 (19%) afirmaram ter poupança anterior que os permitiu aguardar o período de conversão sem a necessidade de outra atividade econômica.

Entre os 42 (71%) restantes, verificou-se que 10 (24%) exerceram atividades econômicas não agrícolas durante o período de conversão, 4 (10%) eram horticultores que sempre utilizaram área

arrendada, tendo mudado para área que encontrava-se em pousio por ocasião do início da produção orgânica, 5 (12%) arrendaram área já certificada de ex-patrão produtor orgânico, 6 (14%) estavam afastados da atividade agrícola estando a área de produção em pousio, e 17 (40%) referem-se aos agricultores neorurais que também iniciaram a produção em área que estava em pousio.

Tabela III. Estratégia de conversão para a agricultura orgânica utilizada pelos entrevistados (n=59).*

Estratégia de conversão	Tipo de agricultor**					Total
	F	G	C1	C2	C3	
Conversão radical e imediata de toda unidade produtiva	7	8	2	2	2	**21**
Conversão radical e imediata de parte da unidade produtiva	1	3	1	–	1	**6**
Utilização de unidade produtiva que dispensou a conversão	5	8	13	4	2	**32**
Total	**13**	**19**	**16**	**6**	**5**	**59**

* Fonte: dados da pesquisa; ** ver descrição dos tipos no Quadro 1.

Isto foi possível em função da produção de hortaliças referir-se a plantas, de ciclo curto, determinando a esta atividade um grande dinamismo econômico.

Considerando-se então queixas relativas a dificuldades para a implementação da conversão para sistemas orgânicos de produção, observadas durante as entrevistas com a primeira metade de agricultores com produção voltada para o mercado de supermercados (20), resolveu-se, para os entrevistados seguintes (19 produtores que atuam junto a supermercados e 20 que comercializavam em feira de produtos orgânicos) argüir a respeito da diferença entre o custo de produção dos sistemas convencionais e orgânicos. Como resultado, 31 agricultores confirmaram ser maior o custo de produção do sistema orgânico, enquanto 5 colocaram o sistema convencional apresenta maior custo, e 3 disseram que não percebiam diferença neste sentido entre os dois sistemas.

Este maior custo de produção é em grande parte relacionado, pela maioria (14 = 74%) dos que já cultivava hortaliças anteriormente (19 entrevistados), à perda inicial de produtividade durante o período de conversão para a agricultura orgânica, sendo os motivos considerados pelos entrevistados que afirmaram ter tido perda inicial de produtividade, são apresentados na **Tabela IV**, em que o destaque é para a necessidade de que o solo seja recondicionado, isto no sentido de que o manejo agrícola deve, sempre que possível, favorecer a dinâmica biológica do solo.

Outro importante componente do custo de produção da horticultura orgânica refere-se a mão-de-obra, sendo reconhecida desta forma por 52 agricultores (88,1%) que afirmam que a conversão do sistema de produção de convencional para orgânico aumenta a demanda de mão-de-obra entre 10 a 200% ($\bar{X}$= 65%), sendo o motivo desta variação em grande parte relacionado ao fato de que a horticultura orgânica, em função de pressupor uma ligação com um mercado exigente em qualidade e organização, determinou para muitos horticultores uma necessária reestruturação, em maior ou menor grau, de métodos de produção, principalmente relacionados a

uma maior intensidade de uso das áreas aptas ao cultivo e a beneficiamento e embalagem (**Tabela V**), que demandam mais mão-de-obra independentemente do sistema de produção (orgânico ou convencional) adotado.

Tabela IV. Motivo citado pelos entrevistados para a redução inicial da produtividade com a conversão de sistema convencional para sistema orgânico de produção (n=14).*

Motivo**	Nº de agricultores
Necessidade de recondicionamento do solo	10
Necessidade de tempo para o aprendizado do manejo orgânico	7
Necessidade de diversificação da produção	1
Não informou	2

* Fonte: dados da pesquisa; ** respostas não excludentes.

Tabela V. Motivo citado pelos entrevistados para o aumento da demanda de mão-de-obra com a conversão de sistema convencional para sistema orgânico de produção (n=24).*

Motivo	Nº de agricultores
Necessidade de realizar capinas manuais	18
Agricultura orgânica exige uma rotina mais intensiva	4
Necessidade de preparação pós-colheita para a comercialização	5
Compostagem é muito onerosa em trabalho	2
Aumenta a necessidade de operações manuais	1

* Fonte: dados da pesquisa; ** respostas não excludentes.

No entanto, analisando-se o sistema de produção orgânico em si, verifica-se que este, em relação ao sistema convencional, demanda mais mão-de-obra especialmente para a realização de capinas manuais, fato este confirmado pela maioria dos horticultores que colocam a importância da mão-de-obra como componente do custo de produção de hortaliças orgânicas (24= 46%) e citaram motivos para esta consideração, cujo destaque é exatamente para esta necessidade (**Tabela VI**), apontada por 18 agricultores (75%).

Verifica-se assim, a necessidade de um investimento inicial para a implementação do processo de conversão, cujo tempo necessário para recuperá-lo, na opinião dos entrevistados, é apresentado na **Tabela VI**, onde é interessante observar que para a grande maioria isto ocorre no período de 0,5 a 1 ano (23 entrevistados - 38,9%) ou de 1,5 a 2 anos (17 entrevistados - 28,8%), sendo as exceções observadas junto aos tipos **G**, **C1**, C2 e **C3**, relacionadas a agricultores neorurais, e que provavelmente relaciona-se a falta de experiência anterior destes produtores com a própria agricultura, independentemente do sistema de produção.

Na **Tabela VII** apresenta-se os motivos dos entrevistados para adotarem a agricultura orgânica. Para todos tipos, o principal fator, refere-se a possibilidade de melhor remuneração financeira e a estabilidade de preços no mercado de hortaliças orgânicas (resposta de 36 agricultores - 61,0%), seguida pela preocupação com a saúde pessoal e familiar (resposta de 30 produtores - 50,8%).

Outra ressalva importante, refere-se aos agricultores que apresentaram motivação ideológica para a adoção da agricultura orgânica como sistema de produção, pois estes referem-se em sua totalidade a agricultores neorurais. Assim, considerando-se o que já foi colocado para estes agricultores anteriormente, constata-se que eles, com base em um bom nível escolar, foram responsáveis pela implantação da agricultura orgânica no Brasil a partir de motivação ideológica e a custas de capital oriundo de outra fonte de renda.

Tabela VI. Período de tempo estimado para recuperar o investimento (n de entrevistados - n=59).*

Período (anos)	**Tipo de agricultor****					**Total**
	F	**G**	**C1**	**C2**	**C3**	
0,5 a 1	7	10	4	1	1	**23**
1,5 a 2	4	5	4	2	2	**17**
2,5 a 3	–	1	2	1	1	**5**
4 a 5	–	–	4	1	–	**5**
6 a 10	–	1	2	1	–	**4**
Não precisou de investimento para realizar a conversão	1	1	–	–	1	**3**
Não informou	1	1	–	–	–	**2**
Total	**13**	**19**	**16**	**6**	**5**	**59**

* Fonte: dados da pesquisa; ** ver descrição dos tipos no Quadro 1.

Tabela VII. Motivo citado pelos entrevistados para adotar o sistema orgânico de produção (n=59).*

Motivo**	**Tipo de agricultor*****					**Total**
	F (n=13)	**G** (n=19)	**C1** (n=16)	**C2** (n=6)	**C3** (n=5)	
Melhor remuneração financeira/ estabilidade de preços	12	14	6	1	2	35
Preocupação com a saúde pessoal e da família	6	9	9	3	3	30
Convicção ideológica/filosofia de vida	–	3	5	2	1	11
Preocupação com o meio ambiente	–	1	4	1	1	7
Experiência anterior como empregado de produtor orgânico	2	3	2	–	–	7
Dificuldades da agricultura convencional (custos e solo desgastado)	–	2	–	1	1	4
Observação do sucesso de outro produtor	3	–	–	–	–	3
Preocupação com a saúde dos consumidores	1	–	–	1	–	2

* Fonte: dados da pesquisa; ** respostas não excludentes; *** ver descrição dos tipos no Quadro 1.

Na **Tabela VIII** são apresentadas as dificuldades, iniciais e atuais, relatadas pelos horticultores entrevistados, onde o destaque inicial principal refere-se ao aprendizado do manejo orgânico, citado por 31 horticultores (52,5%). Em seguida, 2 itens que devem também ser destacados, são os que referem-se a falta de tecnologia apropriada e de capacidade de investimento, que apresentam número de citações quase idênticos nas duas épocas consideradas. Sobressai ainda a ausência de item referente ao papel do Estado na difusão da agricultura orgânica.

Tabela VIII. Dificuldades iniciais e atuais, por número de horticultores orgânicos entrevistados, notadas na implantação e manutenção de produção de hortaliças orgânicas (n=59).*

Dificuldades**	Época	
	Inicial	Atual
Aprendizado do manejo orgânico	31	1
Falta de tecnologia apropriada	11	9
Falta de capacidade de investimento	10	11
Questões de mercado	10	4
Mão-de-obra (obtenção; treinamento; mudança dos hábitos)	8	5
Descrença pessoal no sistema orgânico de produção	5	–
Dificuldades gerenciais	3	2
Disponibilidade de água em condições para ampliar a produção	2	3
Obtenção de esterco e outros insumos apropridados	2	–
Alto custo de produção	–	2
Pouca disponibilidade de área para cultivo	–	2
Excesso de normas da agricultura orgânica	–	2
Não depender economicamente da renda agrícola	–	1
Sem dificuldades	7	20

* Fonte: dados da pesquisa; ** respostas não excludentes.

No que tange a disponibilidade de crédito agrícola, verifica-se que o preconceito em relação a agricultura orgânica presente nos órgãos estatais na fase inicial da difusão da agricultura orgânica no Brasil, tem sido amenizado, posto que 24 (40,7%) utilizam crédito agrícola, sem ter encontrado dificuldades em obter pelo fato de produzirem de forma orgânica, referindo-se inclusive no caso de 22 destes (91,7%), a linha de crédito de custeio específica para a agricultura orgânica. Em relação aos 35 (59,3%) que não utilizam crédito agrícola, as razões são apresentados na **Tabela IX**, podendo-se constatar que nenhuma dos motivos referem-se a impedimentos relativos ao fato de produzirem de forma orgânica.

Observa-se ainda a busca pelos horticultores orgânicos, de caminhos que favoreçam a difusão do sistema de produção em questão, independentes do Estado, conforme análise da **Tabela X** onde são apresentados os mecanismos utilizados para obtenção de informações técnicas, e des-

taca-se a assistência técnica de agrônomo da Horta & Arte, citada por 39 entrevistados (66,1%), que são os agricultores que utilizam esta Associação para comercializar a produção em supermercados, além de sobressair mais uma vez, a ausência de mecanismos que indiquem o apoio do setor público à difusão da agricultura orgânica.

Quanto ao ágio obtido no mercado de produtos orgânicos pelos entrevistados, este varia entre 10 e 150% (média = 42%), sendo este considerado adequado a realidade da horticultura orgânica por 55 agricultores, enquanto 4 afirmaram de forma contrária (1 recebia 10% e outro 40%, tendo colocado respectivamente que deveria ser de 20% e 100%, enquanto os outros 2 colocaram que recebiam 35% e 50%, mas não informaram quanto seria o ideal).

Tabela IX. Motivo citado pelos entrevistados para a não utilização de crédito agrícola (n=35).*

Motivo**	Nº de agricultores
Não quer assumir o risco financeiro	13
Não sente necessidade	8
Perde muito tempo com burocracia	6
Recursos nunca saem no tempo certo	3
Desinformação	2
Não informou	4

* Fonte: Dados da pesquisa; ** respostas não excludentes.

Tabela X. Mecanismos utilizados pelos entrevistados na obtenção de informações técnicas relativas a agricultura orgânica (n=59).*

Fonte de informação**	Tipo de agricultor***					Total
	F (n=13)	**G** (n=19)	**C1** (n=16)	**C2** (n=6)	**C3** (n=5)	
Agrônomo da Horta & Arte	9	15	8	3	4	**39**
Observação Pessoal	2	3	3	1	1	**10**
Associações de agricultura orgânica	1	3	3	1	–	**8**
Leitura	–	1	4	–	2	**7**
Intercâmbio com outros produtores	–	1	2	1	2	**6**
Instituições de pesquisa	1	–	–	1	–	**2**

* Fonte: dados da pesquisa; ** respostas não excludentes; *** ver descrição dos tipos no Quadro 1.

CONCLUSÕES

A partir da análise do estudo de caso realizado, verifica-se que o sobre-preço praticado no mercado de produtos orgânicos tem papel importante na difusão da agricultura orgânica, mas diferenciado em função do perfil sócio-econômico do agricultor envolvido, podendo perder importância em favor de fatores subjetivos como convicções ideológicas, no caso de horticultores

neorurais, associadas neste caso, a um bom nível de informação, caracterizado pela escolaridade de nível superior dos agricultores envolvidos.

O estrato sócio-econômico do agricultor também é importante quando analisa-se a maior exigência por mão-de-obra na agricultura orgânica em relação à agricultura convencional, na medida que somente para os agricultores detentores de empresas capitalistas ou de gerência familiar, esta maior demanda repercute em desembolso financeiro e, consequentemente uma dificuldade à adoção da agricultura orgânica mais facilmente perceptível pelos agricultores.

Como forma de suprir as deficiências das diferentes categorias sócio-econômicas consideradas, que dificultam uma difusão ampla da agricultura orgânica, vê-se um papel preponderante a ser cumprido pelo Estado, o qual, conforme observado nos estudos de casos, historicamente sempre esteve a margem do processo de difusão da agricultura no Brasil, que ocorreu inicialmente baseado em iniciativas de produtores, em especial neorurais, com forte convicção ideológica e estrutura financeira que lhes permitiu suportar uma longa fase inicial de experimentação baseada na tentativa e erro, e representou mesmo o estabelecimento de uma cultura de «independência» em relação ao setor público, por parte dos movimentos de agricultura orgânica no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

ASSIS, R.L. *Agroecologia no Brasil*: análise do processo de difusão e perspectivas. 2002. 150f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada – área de concentração em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

ASSIS, R.L. de; AREZZO, D.C. de; DE-POLLI, H. Consumo de Produtos da Agricultura Orgânica no Estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração*, São Paulo, v.30, n.1, p.84-89, 1995.

INSTITUTO GALLUP DE OPINIÃO PÚBLICA. *O Mercado de Legumes e Verduras Orgânicos* - Realizado para o Sítio Boa Terra. São Paulo: Gallup, 1996, 32p. (mimeografado).

MEIRELLES, L. Produção e comercialização de Hortaliças Orgânicas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.15, p.205-210, 1997.

Adoção da Agricultura Orgânica por Produtores de Café no Brasil

RENATO LINHARES DE ASSIS[1]

[1] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (Embrapa Agrobiologia); caixa postal 74505, CEP 23850-970, Seropédica – RJ. renato@cnpab.embrapa.br

RESUMO

Com o intuito de analisar as perspectivas da cafeicultura orgânica brasileira são apresentados estudos de casos onde se procura analisar o processo de adoção da agricultura orgânica por parte dos entrevistados, bem como as dificuldades enfrentadas pelos cafeicultores com esta mudança. Verifica-se que o sobre-preço praticado no mercado de produtos orgânicos tem papel importante na difusão da cafeicultura orgânica, mas diferenciado em função do perfil sócio-econômico do agricultor envolvido, podendo perder importância em favor de fatores subjetivos como preocupação com o meio ambiente, no caso de cafeicultores familiares, ou convicções ideológicas, no caso de cafeicultores empresariais. Além disto, problemas observados ao longo do processo de conversão para a agricultura orgânica, como perda inicial de produtividade e de inserção no mercado de produtos orgânicos, expressam-se também de forma diferente em função do estrato sócio-econômico que o produtor envolvido pertence, bem como do padrão tecnológico no momento da mudança de sistema de produção. Assim, cafeicultores familiares que não adotaram intensivamente tecnologias do pacote da «Revolução Verde», tendem a não observar perdas de produtividade com a adoção da agricultura orgânica, podendo esta ao contrário, representar ganhos neste sentido, na medida que maximizem tecnologias de processo que já utilizem, não sendo a questão preço fator determinante para a mudança do sistema de produção. Estes agricultores têm, por outro lado, dificuldades, inerentes a esta categoria sócio-econômica, de organização e obtenção de informações, que dificultam o acesso a mercados de produtos orgânicos e restringem a difusão de forma ampla da agricultura orgânica junto a eles. De outra forma, empresários capitalistas que adotaram intensivamente tecnologias do pacote da «Revolução Verde», caracterizam-se por não terem dificuldades de organização e obtenção de informações, mas por apresentarem perdas iniciais de produtividade com a mudança para a agricultura orgânica, que representam importante componente do custo desta conversão (a intensidade vai depender do padrão inicial de produtividade e, a posterior recuperação, do tempo de aprendizado do manejo orgânico e da capacidade de investimento do agricultor para recondicionamento do solo/planta ao novo sistema de produção).

INTRODUÇÃO

Os preços alcançados no mercado internacional pelo café produzido em sistemas orgânicos, têm despertado o interesse dos países produtores de café, sendo este atualmente, um dos produtos orgânicos mais importantes exportados pelos países em desenvolvimento, com destaque para a América Latina. O Brasil, hoje, é um dos principais produtores mundiais, ao lado de países como México (maior produtor) e Guatemala, além de Costa Rica, Peru, Nicarágua e El Salvador (THEODORO, 2001).

O café é a segunda maior commodity, e os cafés especiais, entre eles o orgânico, são os únicos produtos que estão com crescimento expressivo nos principais países consumidores mundiais, EUA, Japão e Europa (CAIXETA, 2000).

Pedini (2000), coloca que a comercialização de café orgânico brasileiro tem se restringido, quase que exclusivamente à exportação, em função de falta de demanda interna por este tipo de produto. Caixeta (2000), por outro lado, aponta para a necessidade de uma atuação voltada também para o mercado interno, que considera em condições de absorver quantidades expressivas de café orgânico, pois os valores são ainda muito pequenos diante de um mercado consumidor de 12 milhões de sacas de 60 kg.

Com o intuito de analisar as perspectivas da cafeicultura orgânica brasileira são apresentados a seguir estudos de casos onde se procura analisar o processo de adoção da agricultura orgânica por parte dos cafeicultores entrevistados, bem como as dificuldades enfrentadas pelos cafeicultores com esta mudança.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para a realização deste trabalho procurou-se delimitar o universo de agricultores a ser estudado de acordo com o objetivo pretendido e a operacionalidade do trabalho. Desta forma, a escolha recaiu sobre os produtores de café associados a Associação de Cafeicultura Orgânica do Brasil (ACOB), que já contavam com produção de café orgânico certificada, e portanto apta a comercialização, por ocasião de entrevista, como forma de que a experiência dos entrevistados com o mercado de produtos orgânicos pudesse ser analisada.

O número de associados que preenchiam estes requisitos era de dezesseis, entre os quais um era sócio coletivo, a Associação dos Pequenos Produtores Rurais de Poço Fundo com dez agricultores com as características estabelecidas, perfazendo um universo de trabalho de vinte cinco agricultores. Destes, não foi possível estabelecer contato para realização da entrevista com cinco agricultores, ficando o número de entrevistas realizadas restrito a vinte cafeicultores orgânicos, localizados nos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Espirito Santo.

Para a realização das entrevistas utilizou-se de roteiro com perguntas que permitiam respostas abertas, que posteriormente foram agrupadas e tabuladas em função da idéia geral do pensamento apresentado pelos agricultores em relação a cada questionamento.

CARACTERIZAÇÃO DOS CAFEICULTORES ORGÂNICOS ENTREVISTADOS

A partir das respostas ao questionário, os cafeicultores foram agrupados em conformidade com categorias de organização social da produção, conforme apresentado por Assis (2002), em

agricultores familiares produtores simples de mercadorias em transição para empresa familiar (**F**) ou como empresas capitalistas (**E**). Posteriormente, considerando-se que não foi observada uma diferença marcante no padrão de capitalização, entre os agricultores familiares, efetuou-se subdivisão neste sentido, somente dos empresários capitalistas, que foram separados em 3 grupos de acordo com o tamanho da área cultivada com café (**1**, **2**, e **3**), perfazendo então um total de 4 diferentes tipos entre os entrevistados, conforme apresentado no **Tabela 1**.

Tabela I. Tipologia dos cafeicultores orgânicos entrevistados

Tipo	Nº de agricultores	Descrição
F	6	Agricultor familiar produtor simples de mercadorias em transição para empresa familiar*
E1	4	Empresa capitalista com área cultivada com café abaixo de 20 ha**
E2	6	Empresa capitalista com área cultivada com café entre 20 e 50 ha***
E3	4	Empresa capitalista com área cultivada com café acima de 50 ha*****

* Variação observada de área cultivada com café de 1,2 a 3,5 ha (X=2,3 ha)
** Variação observada de área cultivada com de 3 a 15 ha (X=8,5 ha)
*** Variação observada de área cultivada com café de 25 a 43 ha (X=32,7 ha)
**** Variação observada de área cultivada com café de 66 a 200 ha (X=123,0 ha)

Na **Tabela II** apresenta-se o tempo de experiência com a cafeicultura orgânica por tipo de agricultor, cuja média para todos entrevistados é de 4,5 anos. Percebe-se nesta Tabela que os agricultores empresariais se destacam com um tempo de experiência maior, especialmente os do tipo **E3**, seguidos pelos do tipo **E2**, que são os de maior área cultivada com café orgânico.

Tabela II. Tempo de experiência dos cafeicultores orgânicos entrevistados com agricultura orgânica (n=20)*

Período (ano)	Tipo de agricultor**				Geral
	F	E1	E2	E3	
2	1	–	1	–	**2**
3	1	1	1	–	**3**
4	2	1	1	1	**5**
5	2	2	1	1	**6**
6	–	–	1	–	**1**
7	–	–	1	1	**2**
8	–	–	–	1	**1**
Total	**6**	**4**	**6**	**4**	**20**

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.

A falta de experiência é um dos principais fatores de risco no processo de conversão para a agricultura orgânica, e este maior tempo de experiência dos agricultores do tipo **E2** e **E3**, reflete a preocupação dos empresários capitalistas neste sentido. No caso dos agricultores familiares,

esta experimentação inicial não fica caracterizada, na medida que estes apresentam menor tempo de experiência.

CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS DE CONVERSÃO PARA AGRICULTURA ORGÂNICA DOS CAFEICULTORES ENTREVISTADOS

Na **Tabela III**, são apresentados os motivos apresentados pelos entrevistados para adotar a cafeicultura orgânica, onde os destaques ficam por conta de fatores relacionados a preocupações ambientais e de saúde, aliado a postura ideológica. Entretanto, ao desdobrar a análise por tipos de agricultores, verifica-se que o componente ambiental aparece com mais força junto aos agricultores familiares, sendo motivo apresentado por todos os que compõem o tipo **F**, enquanto que a motivação ideológica é apresentada exclusivamente pelos empresários capitalistas, sendo apresentada por metade (7) destes produtores.

Tabela III. Motivo citado para adoção do sistema orgânico de produção (n. de entrevistados - n=20).*

Motivo**	**Tipo de agricultor*****				**Total**
	F (n=6)	**E1** (n=4)	**E2** (n=6)	**E3** (n=4)	
Preocupação com o meio ambiente	6	2	3	–	11
Preocupação com a saúde pessoal e da família	4	3	1	1	9
Convicção ideológica/filosofia de vida	–	1	3	3	7
Preocupação com a saúde dos empregados	–	2	1	1	4
Preocupação com a saúde dos consumidores	1	2	1	–	4
Possibilidade de melhor remuneração financeira	2	1	1	–	4
Observação do sucesso de outro produtor	–	1	–	1	2
Necessidade de reduzir os custos de produção	2	–	–	–	2

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Respostas não excludentes.
*** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.

No que se refere ao efeito da conversão de sistema convencional para sistema orgânico de produção sobre a produtividade, a maioria dos entrevistados (15) colocou que teve perda de produtividade (de 10 a 80%) no início do processo de transição. Os agricultores restantes (5) afirmaram que a mudança não prejudicou a produção, destes 2 disseram que isto foi devido a grandes doses de adubo orgânico que utilizaram no início da transição, e 3 eram agricultores familiares com unidades produtivas haviam adotado apenas parcialmente tecnologias da «Revolução Verde».

Os motivos citados pelos agricultores para a redução inicial da produtividade com esta conversão são apresentados na **Tabela IV**, onde o destaque é para a necessidade de um tempo para que a planta de café, em função de sua perenidade, possa se readaptar, em especial o sistema radicular, a nova forma de nutrição, para que as plantas se beneficiem do recondicionamento do solo (segundo destaque), que possibilita que este exerça plenamente sua função de sustentáculo da produtividade biológica.

Tabela IV. Motivo citado para a redução inicial da produtividade com a conversão para a agricultura orgânica (n.º de entrevistados - n=15)*

Motivo**	Tipo de agricultor***				Total
	F (n=3)	**E1** (n=4)	**E2** (n=4)	**E3** (n=4)	
Necessidade de readaptação da planta	2	2	3	4	1
Necessidade de recondicionamento do solo	2	1	2	2	
Necessidade de tempo para o aprendizado do manejo orgânico	–	1	1	–	2

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Respostas não exclusivas.
*** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.

Entre os 15 agricultores que tiveram perda de produtividade com a mudança, a recuperação apresentou grandes variações, tendo voltado ao nível inicial para 7 agricultores, dentro de um tempo de 1 a 6 anos, enquanto que entre os 8 restantes, 6 afirmaram ter ocorrido uma recuperação do nível de produtividade apenas parcial (10 a 50%) após 2 a 5 anos, e 2 informaram não ter obtido qualquer recuperação após 4 anos.

Estes dados reforçam a importância para a determinação do custo de conversão para a agricultura orgânica, do padrão tecnológico no início do processo, quando verifica-se que todos cafeicultores, independentemente da forma de organização social da produção, que informaram terem tido seu nível de produtividade reduzido com esta mudança, possuíam inicialmente unidades produtivas inseridas no pacote da «Revolução Verde».

Em oposição, todos cafeicultores (3) que afirmaram ter mantido o nível de produtividade com a mudança do sistema de produção, sem a necessidade de aporte elevado de adubos orgânicos, referem-se a unidades produtivas familiares que adotaram apenas parcialmente tecnologias da «Revolução Verde».

Ainda em relação ao processo de conversão para a agricultura orgânica, comumente coloca-se que este requer um investimento inicial, dificultando assim a adoção deste sistema de produção pelos agricultores. Esta idéia, de forma geral, confirma-se junto aos cafeicultores entrevistados, conforme apresentado na **Tabela V**. Todavia, é interessante observar as 5 exceções observadas, em que os agricultores afirmaram não ter necessitado realizar qualquer investimento com a conversão, onde estão incluídos 2 agricultores empresariais que utilizavam o modelo da agricultura natural, cujo pressuposto básico, segundo Fukuoka (1995), um de seus precursores, aproxima-se do nada fazer. As outras 3 exceções referem-se a metade dos agricultores familiares (3), que coincidentemente correspondem as mesmas unidades produtivas familiares parcialmente inseridas no pacote da «Revolução Verde» e que não tiveram perda de produtividade com a mudança para a agricultura orgânica.

Em relação a necessidade de investimento, observa-se ainda uma tendência de que os empresários capitalistas com maior área dedicada a cafeicultura orgânica, no caso, os do tipo **E3**, tenham uma expectativa de tempo maior para o retomo do investimento, juntamente com os agricultores familiares que possuíam inicialmente unidades produtivas inseridas no pacote da «Revolução Verde» (3) e que informaram ter uma expectativa neste sentido de 2 a 5 anos, sendo maior o prazo junto a agricultores familiares que adotaram tecnologias agroquímicas de forma mais intensiva.

Tabela V. Período de tempo estimado para recuperar o investimento (n. de entrevistados - n=20).*

Período (anos)	Tipo de agricultor**				Total
	F	E1	E2	E3	
2	1	1	2	–	4
3	–	2	2	–	4
4	1	–	–	–	1
5	1	–	–	2	3
Não precisou realizar qualquer investimento para realizar a conversão	3	1***	–	1***	5
Não informou	–	–	2	1	3
Total	**6**	**4**	**6**	**4**	**20**

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.
*** Agricultores que adotaram manejo da agricultura natural.

Percebe-se aqui a importância do padrão de capitalização do agricultor no momento do início do processo de conversão, associada a necessidade de supervisão e controle das atividades de produção, Verifica-se neste caso que esta mudança, quando refere-se a agricultores inseridos no pacote da «Revolução Verde», determina custos de recursos financeiros e de trabalho que mais afetam os agricultores do tipo **F** e **E3**, respectivamente, os mais descapitalizados e os que dependem mais de mão-de-obra contratada.

Isto se deve a que o recondicionamento do solo, por parte dos agricultores entrevistados, estar baseado na adubação com esterco, procedimento este que permite um retorno econômico mais rápido quando realizado nos primeiros anos do processo de conversão, ou seja demanda recursos financeiros e de trabalho de forma concentrada no tempo.

Quanto ao fato de que as atividades de supervisão e controle possuem maior importância em sistemas orgânicos de produção, com repercussão na demanda por trabalho, foi confirmado por 15 agricultores, independentemente da sua forma de organização social da produção, que acrescentaram ainda que isto ocorria na ordem de 10 a 100% (=36%). Entre os 5 agricultores restantes, 2 não informaram a respeito disto, e 3 colocaram que a mudança não afeta a necessidade de mão-de-obra. Destes 1 utilizava sistema de produção com base nos postulados da agricultura natural, 1 afirmou que já utilizava antes grandes quantidades de adubo orgânico, e 1 era produtor familiar.

Na **Tabela VI** são apresentadas as dificuldades, iniciais e atuais, com a agricultura orgânica, relatadas pelos cafeicultores entrevistados, onde podemos destacar os itens relacionados com barreiras à entrada no mercado de produtos orgânicos, custos de produção, necessidade de investimento, e falta de tecnologia apropriada, que tiveram um número de respondentes maior na fase atual em relação a inicial, preocupações estas vinculadas a percepção destes agricultores que visam atender a um mercado altamente seletivo, e exigente em escala de produção.

Outra questão que sobressai na **Tabela VI** é a pouca presença de itens relacionados ao papel do Estado no processo de difusão da agricultura orgânica, sendo relacionado apenas por um agricultor na fase inicial, a inexistência de assistência técnica, ao que pode-se acrescentar os questionamentos sobre falta de tecnologia apropriada, apesar de não terem sido estes associados a falta de apoio de instituições públicas de pesquisa a este tipo de agricultura.

Tabela VI. Dificuldades, iniciais e atuais, por número de cafeicultores orgânicos entrevistados, observadas na implantação e manutenção da produção de café orgânico (n=20).*

Dificuldade**	Época	
	Inicial	Atual
Existência de barreiras à entrada no mercado de produtos orgânicos	6	10
Custos de produção (adubação, mão-de-obra, manejo fitossanitário)	5	9
Falta de tecnologia apropriada	3	5
Descrença no sistema orgânico de produção (pessoal ou de terceiros)	6	–
Aprendizado do manejo orgânico	4	1
Mudança dos hábitos de trabalho dos empregados	4	–
Necessidade de investimento para readaptação do sistema de produção	–	4
Obtenção de insumos apropridados	3	–
Fornecimento de N à cultura/adequação do uso de leguminosas ao sistema de produção	2	1
Inadaptabilidade da cultura ao local	1	1
Assistência técnica inexistente	1	–
Sem dificuldades	–	1

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Respostas não excludentes.

Este fato relaciona-se ao histórico da agricultura orgânica, cujo processo de difusão ocorreu sempre a margem dos órgãos oficiais de pesquisa e extensão rural, que nutriam certo «preconceito» por este tipo de agricultura, determinando que os agricultores envolvidos estabelecessem, de certa forma, uma cultura de «independência» em relação ao setor público, que pode ser confirmada na **Tabela VII**, onde, entre os mecanismos citados para obtenção de informações técnicas, são poucos os que se relacionam com este setor.

Tabela VII. Mecanismo utilizado para obtenção de informações técnicas relativas a agricultura orgânica (n. de entrevistados - n=20)*

Fonte de informação**	Tipo de agricultor***				Total
	F (n=6)	**E1** (n=4)	**E2** (n=6)	**E3** (n=4)	
Intercâmbio com outros produtores (conversas e visitas)	5	3	5	2	15
Observação pessoa	1	1	4	4	10
Reuniões técnicas e cursos	–	3	2	1	6
Leitura	–	3	1	1	5
Associações ligadas a agricultura orgânica	1	1	1	–	3
Instituições de pesquisa	–	1	1	–	2
Extensão rural oficial	–	–	1	–	1

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Respostas não excludentes.
*** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.

Pode-se destacar ainda na **Tabela VIII**, a maior facilidade dos empresários capitalistas, para estabelecer caminhos «independentes» para obtenção de informações técnicas, diferentemente dos agricultores familiares, em que o intercâmbio de informações entre produtores é quase que o único mecanismo citado.

A partir do crescimento da produção e do mercado de produtos orgânicos, há atualmente uma clara amenização do «preconceito» inicial, que pode ser observado pelo acesso ao crédito agrícola, anteriormente inexistente para a agricultura orgânica, mas que 11 entrevistados informaram que não tiveram dificuldades em obter pelo fato de produzirem de forma orgânica, enquanto que entre os 9 que não utilizavam (2 do tipo **E1**, 5 do tipo **E2**, e 2 do tipo **E3**), somente 2 (1 do tipo **E1**, e outro do tipo **E2)**,afirmaram que isto se devia a dificuldades em função de adotarem o sistema orgânico de produção.

Em relação a comercialização da produção, apesar de todos entrevistados já terem obtido produção apta à comercialização como produto orgânico, 2 agricultores não haviam utilizado ainda este mercado, 1 por dificuldade de acesso por falta de padrão de bebida e outro que, em oposição, obteve um diferencial de preço maior em relação ao mercado convencional (100%), não por ser orgânico, mas por ter obtido um café com bebida de alto padrão de qualidade.

No que tange ao ágio obtido no mercado de produtos orgânicos pelos dezoito entrevistados restantes, este varia entre 20 e 210% (= 44%). Este intervalo reduz-se para uma variação entre 20 e 70% (= 33%), quando exclui-se um agricultor do tipo **E3**, produtor de café natural que comercializa sua produção junto a mercado específico para este tipo de produto no Japão.

Uma questão interessante surge quando analisa-se esta variação de acordo com a organização social da produção, e verifica-se que somente os empresários capitalistas conseguem obter ágio superior a 40% (= 38%), situando-se os agricultores familiares na faixa de 20 a 40% (= 27%), o que reforça a idéia da dificuldade produção familiar de café orgânico se inserir neste mercado altamente seletivo, exigente em qualidade e escala de produção, especialmente tratando-se do mercado externo.

Corroborando isto, na **Tabela VIII** percebe-se que a grande maioria dos cafeicultores entrevistados (14) atua exclusivamente no mercado interno, mas que ao mesmo tempo são também em sua maioria agricultores de menor nível de capitalização (100% do tipo **F**, 75% do tipo **E1**, 67% do tipo **E2**, e 25% do tipo **E3**) e, consequentemente, em geral, com menor volume de produção e dificuldades para inserção no mercado externo.

Tabela VIII. Tipo de mercado (interno e externo) utilizado para a comercialização da produção (nº de entrevistados - n=20)*

Mercado	Tipo de agricultor**				Total
	F	E1	E2	E3	
Interno	6	3	4	1	**14**
Externo	–	1***	2	3****	**6**
Total	**6**	**4**	**6**	**4**	**20**

* Fonte: Dados da pesquisa.
** Ver descrição dos tipos no Quadro 1.
*** Este agricultor informou ter também pequena participação no mercado interno.
**** 2 agricultores informaram ter também pequena participação no mercado interno.

Além disto, apesar de não terem sido perguntados diretamente a respeito sobre problemas relativos a inserção em mercados de produtos orgânicos, entre estes mesmos 14 agricultores que só comercializam sua produção no mercado interno, 13 relataram dificuldades para conseguir exportá-la, com destaque para os agricultores familiares (tipo **F**), em que todos seis entrevistados levantaram esta questão, sendo a dificuldade colocada referente a necessidade de formação de um lote mínimo (250 sacas de 60 kg) para a comercialização em mercado orgânico.

Entre os empresários capitalistas, dos 8 que se queixaram de dificuldades de acesso ao mercado de produtos orgânicos, 3 também referiram-se a necessidade de formar um lote mínimo para poder vender no mercado externo (2 do tipo **E1**, e 1 do tipo **E2**), e 5 colocaram que os problemas estavam relacionados com o elevado padrão de qualidade exigido (1 do tipo **E1**, 2 do tipo **E2**, e 2 do tipo **E3**).

A necessidade de formar um lote mínimo para poder acessar o mercado externo de café orgânico, é uma questão que além de inviabilizar a atuação de pequenos produtores individualmente neste mercado, resgatando a importância do associativismo, afeta sobremaneira a forma de comercialização da produção familiar de café, que é feita normalmente em partes ao longo do ano, funcionando esta como uma «poupança».

Quanto a necessidade colocada, por parte dos empresários capitalistas, de atender um elevado padrão de qualidade, relaciona-se ao fato de que, considerando-se os resultados de produção mais expressivos, o mercado de produtos orgânicos apresenta-se hoje com uma competitividade crescente, particularmente no que se refere ao café,. Os consumidores, desde que se dispõem a pagar um preço maior e passam a ter opção de escolha, além de questões não facilmente tangíveis, como relativas à saúde, passam a exigir outras mais fáceis de serem observadas como, no caso em questão, gosto e aroma.

CONCLUSÕES

A partir da análise dos estudos de casos realizados, verifica-se que o sobre-preço praticado no mercado de produtos orgânicos tem papel importante na difusão da agricultura orgânica, mas diferenciado em função do perfil sócio-econômico do agricultor envolvido, podendo perder importância em favor de fatores subjetivos como convicções ideológicas, no caso dos horticultores neorurais, associadas neste caso, a um bom nível de informação, caracterizado pela escolaridade de nível superior dos agricultores envolvidos.

Além disto, problemas observados ao longo do processo de conversão para a agricultura orgânica, como perda inicial de produtividade e de inserção no mercado de produtos orgânicos, expressam-se também de forma diferente em função do estrato sócio-econômico que o produtor envolvido pertence, bem como do padrão tecnológico no momento da mudança de sistema de produção.

Assim, agricultores familiares que não adotaram intensivamente tecnologias do pacote da «Revolução Verde», tendem a não observar perdas de produtividade com a adoção da agricultura orgânica, podendo esta ao contrário, representar ganhos neste sentido, na medida que maximizem tecnologias de processo que já utilizem, não sendo a questão preço fator determinante para a mudança de sistema de produção. Estes agricultores têm, por outro lado, dificuldades, inerentes a esta categoria sócio-econômica, de organização e obtenção de informações, que dificultam o acesso a mercados de produtos orgânicos e restringem a difusão de forma ampla da agricultura orgânica junto a eles.

De outra forma, agricultores que adotaram intensivamente tecnologias do pacote da «Revolução Verde», especialmente empresários capitalistas, caracterizam-se por não terem dificuldades de organização e obtenção de informações, mas por apresentarem perdas iniciais de produtividade com a mudança para a agricultura orgânica, que representam importante componente do custo desta conversão, cuja intensidade vai depender do padrão inicial de produtividade e a posterior recuperação, do tempo de aprendizado do manejo orgânico e da capacidade de investimento do agricultor para recondicionamento do solo/planta ao novo sistema de produção.

BIBLIOGRAFIA

ASSIS, R.L. **Agroecologia no Brasil**: análise do processo de difusão e perspectivas. 2002. 150f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada – área de concentração em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

CAIXETA, I.F.A Produção de Café Orgânico: Alternativa para o desenvolvimento sustentado - o exemplo do Sul de Minas. In: ENCONTRO SOBRE CAFÉ COM QUALIDADE, 2, Viçosa, 2000. **Café:** Produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p.323-331. Editado por ZAMBOLIM, L.

FUKUOKA, M. **Agricultura Natural** - Teoria e prática da filosofia verde. São Paulo: Nobel, 1995. 300p.

PEDINI, S. Produção e Certificação de Café Orgânico. In: ENCONTRO SOBRE CAFÉ COM QUALIDADE, 2., Viçosa, 2000. **Café**: Produtividade, qualidade e sustentabilidade. Viçosa: UFV, 2000. p.333-380. Editado por L. ZAMBOLIM.

THEODORO, V.C. de A. **Caracterização de Sistemas de Produção de Café Orgânico, em Conversão e Convencional**. 2001. 214f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras.

Agroecología y desarrollo en Chile. Aproximación crítica a la reproducción de estilos metodológicos convencionales

NOELIA CARRASCO H.[1], RENÉ MONTALBA N.[2]

[1] Centro de Estudios Socio Culturales (CESC), Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile.
[2] Fac. de Ciencias Agropecuarias y Forestales – Instituto de Medio Ambiente, Universidad de la Frontera. Temuco, Chile.

RESUMEN

En este trabajo nos proponemos avanzar en la comprensión de la interacción entre las lógicas que se activan en la ejecución de programas de desarrollo, particularmente la perspectiva cultural mapuche y la lógica occidental (científica y de sentido común) representada por las perspectivas institucionales. Para ello, ejecutamos una revisión metodológica amplia, de las concepciones y acciones institucionales en el campo del desarrollo indígena del Sur de Chile. Nos interesa, de modo específico, plantear y comentar la necesidad por revisar desde una perspectiva autocrítica los quehaceres disciplinarios dispuestos en un ejercicio de contacto directo con las poblaciones indígenas de nuestra región, ¿qué tipo de metodologías transporta la agroecología?,¿de qué manera estas metodologías propuestas por la agroecología se abren a la interdisciplina participando en procesos de desarrollo indígena?, son algunas de las interrogantes que esperamos sostener.

INTRODUCCIÓN

Nos interesa participar en la discusión especializada y de tal modo contribuir a la reflexión metodológica y teórica intra e interdisciplinaria. Nuestro ejercicio consiste en validar y promover espacios críticos en donde las experiencias de nuestros contextos socioculturales nutran análisis orientadores de un quehacer antropológico en permanente revisión.

Nos proponemos profundizar en la comprensión de la interacción entre las lógicas que se activan en la ejecución de programas de desarrollo, particularmente la perspectiva cultural mapuche y la lógica occidental –científica y de sentido común– representada por las perspectivas institucionales y sus equipos interdisciplinarios conformados por técnicos y profesionales con manejo de discurso agroecológico –y en ocasiones con especialización en el área– y profesionales con formación en Antropología.

Revisando los quehaceres institucionales de la IX Región de Chile nos hemos encontrado con la realidad de la inconsecuencia, de la confusión y también con la del legítimo cuestionamiento

en torno a «interculturalidad», tras apellidar con esta etiqueta variopintos programas en salud, educación, y desarrollo, entre otros. ¿Cómo aportamos a convertir a la cultura en una variable de trabajo técnicamente apropiable?, ¿Podemos efectivamente colaborar a resolver esta situación que muchos equipos han alcanzado a establecer como crítica? Estas preguntas, constituyen inquietudes compartidas por las diferentes disciplinas que ponen algo en juego. Destacamos que el sólo hecho de lograr su planteamiento es indicador de un proceso de aprendizaje institucional y disciplinario en evolución: tales preguntas responden a la necesidad de adecuar las estrategias –concepciones y metodologías de acceso y de acción– a los contexto en los cuales nos desempeñamos, y a los cuales finalmente optamos por abrirnos tras el convencimiento de que sólo tal democratización del conocimiento –científico, técnico y cultural– permitirá un ejercicio disciplinario e interdisciplinario dialógico y creativo.

APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

Reconocemos que al *dejar hablar* a las interacciones más que a las estructuras, se validan acercamientos metodológicos no necesariamente validados por sectores de empoderamiento intelectual o institucional global. Nos orientamos más bien, por conceptualizaciones en torno a lo que suscita el encuentro de saberes de distinto origen cultural, y de cómo tal conocimiento cuestiona la reproducción de los estilos de ciencia convencionales. A partir de la noción propuesta por Funtowicz y Ravetz (1993) de «diálogo interactivo y creativo entre los que ponen algo en juego en una situación dada», visualizamos que las prácticas del desarrollo social, cultural y productivo de la población mapuche de Chile sigue estando cerrada a la participación de los protagonistas reales. En otras palabras, los comuneros indígenas continúan siendo receptores, aun cuando ciertos enfoques institucionales se cuestionen la necesidad ya evidente de otorgarles un espacio cada vez mayor y con incidencia real en la toma de decisiones que concierne a su propio destino.

APRENDIZAJES

Los procesos espontáneos e inducidos de interacción, comunicación y difusión de pensamiento y acción, constituyen un ejercicio que forma parte inherente de nuestro cotidiano regional. Seamos o no consciente de ello, nuestro sentido común y nuestras objetivaciones giran permanentemente en torno a la convivencia intersubjetiva e interpersonal, que en muchas circunstancias es también de carácter interétnica e intercultural.

Examinando el mismo contexto de convivencia interétnica e intercultural, en el plano del cotidiano, de la institucionalidad y de las ciencias especializadas, es posible a la fecha estimar como aprendidas ciertas premisas de conocimiento derivadas tanto de la irreversivibilidad de la historia, como también de las abstracciones y objetivaciones que las ciencias han propuesto y dispuesto para nuestro conocer y para orientar nuestro actuar.

Para el contexto social e institucional gubernamental y no gubernamental de nuestro país ha sido de gran dificultad reconocer y asumir la complejidad de la diversidad cultural de nuestra región[1]. Si bien esta constituye una premisa de primer orden que ha venido formando parte progresivamente de discursos y formas institucionales de nuestra sociedad, hoy en día no existe nin-

guna experiencia de interculturalidad que permita su replicabilidad basada en un estilo de relaciones simétricas, considerando en ello factores de orden político, culturales, e identitarios, entre otros. No obstante, la premisa se divulga y pareciera formar parte al menos del bagaje intelectual, aun no del experiencial.

Derivado de lo anterior, resuena también la idea de la diversidad de conceptos que interactúan en distintos campos temáticos de la vida sociocultural institucionalizados por nuestra sociedad. Es así, como el sistema de salud pública ya ha incorporado en su jerga a la salud intercultural y la ha formalizado a través de programas que procuran un estilo de atención acorde con este reconocimiento diverso de la realidad. Lo mismo sucedería en el campo de la educación con la implementación de los programas de educación intercultural bilingüe. No obstante, el campo del desarrollo, apropiado por la institucionalidad productiva de nuestra sociedad parceladora de la experiencia, no ha reproducido hasta la fecha ninguna forma que incorpore esta nueva visión de la realidad regional. La preocupación por esto último ha venido más bien desde las organizaciones no gubernamentales, quienes en sus estructuras han generado espacios y resuelto desenvolver estrategias que sí hagan sentido con la realidad interétnica. Ha sido en este tipo de contextos en los cuales se ha plasmado con mayor fluidez la intencionalidad de incorporar perspectivas adecuadas a los contextos locales, cuestionando a las disciplinas que tradicionalmente se han desempeñado en el campo del desarrollo desde un enfoque convencional, desconociendo a la diversidad cultural. Este sería entonces un segundo aprendizaje, el de la inquietud por remover supuestos de corte monocultural, incitando a las disciplinas a la actualización metodológica y a la capacitación temática y contextual. De ello, a asumir que desde la cultura mapuche provienen propuestas propias. En el campo del desarrollo, esto se ha intentado vaciar a través de múltiples experiencias una de las cuales serían los seminarios y eventos de divulgación, instancias de explicitación y experiencias en avance constituyen hoy en día un indicador empírico de esta realidad. No obstante, la elasticidad social y política posee límites que no han permitido generar propuestas de desarrollo mapuche en plenitud, sino sólo anuncios de que estas estarían exigiendo su espacio, sustentados en un derecho compartido pero delimitado por el Estado[2].

La contingencia de encuentros interétnicos formalizados bajo la categoría de «proyecto», ha producido gran cantidad de experiencias en torno al desarrollo en nuestra región. Asimismo, se han suscitado innumerables espacios de difusión y comunicación pretendidamente intercultural, bajo la modalidad de seminario, foro, coloquio, o simplemente «encuentro». En cada circunstancia se mantiene la constante de la inquietud, a veces crítica y cuestionadora, otras veces pasiva y reproductora, más bien tendiente a buscar solidificar e insistir en proyectar en el tiempo los fundamentos prevalecientes, sin atender a las miradas circundantes.

Iniciativas de investigación complementaria, han sido implementadas por algunas instituciones que se han autocuestionado respecto de la pertinencia de sus usos metodológicos en contextos mapuche. Tras una aplicación metodológica combinada – de estrategias cualitativas y cuantitativas – durante un período de seis meses, el informe final de investigación en torno a la metodología institucional reveló que los conocimientos que se entrecruzan en la ejecución de un proyecto aun proviniendo de lógicas culturales diversas, generan o pretenden generar indistintamente resultados que obedecen a la sola lógica fundante. Abstrayéndonos un poco más de tales resultados específicos, nos arriesgamos a sostener que la formulación de los proyectos que estiman objetivos e indicadores de desarrollo compatibles con el desarrollo oficial, aun cuando se flexibilicen con nuevas conceptualizaciones y aspiraciones de orden medioambiental y organizacional, no necesariamente alcanzan una ejecución plena en términos de acoplar estilos de de-

sarrollo diversos. El caso del proyecto «Gestión de recursos ambientales mapuche» ejecutado en el sector de Rüpükura –comuna de Nueva Imperial IX región– por la organización local, reveló finalmente una conclusión coherente con la interpretación anterior: el modelo reparador de uso sustentable del ecosistema requiere seguir haciendo un esfuerzo constante por concretar su apertura a otras lógicas de concepción y usos del ecosistema, pues aun cuando se conciba así mismo como un desarrollo que refiere diferentes dimensiones de la realidad –sociales, físicas, económicas– incorporando incluso la integración de estos ámbitos, lo cierto es que sin una validación plena del conocimiento local tampoco constituye una alternativa paradigmática fértil y cabalmente ad hoc con las expectativas locales que aspiran a ser considerados en sus categorizaciones conceptuales y prácticas[3].

El mismo proyecto anteriormente mencionado, sostuvo como objetivo general el «*incluir la perspectiva y presencia mapuche en la planificación local del desarrollo para mejorar las condiciones de salud y el bienestar de las familias de Rüpükura, a través de una mejor gestión de los recursos naturales, organización social y agricultura comercial y de subsistencia*». La pretendida articulación de esfuerzos cognitivos y prácticos – tanto de la organización local como del equipo técnico - dio como resultado tras un año de trabajo intensivo, conocimientos sistematizables a través de hipótesis tales como: *que las diferenciaciones identitarias internas surgen como respuestas a las múltiples intervenciones –contextos forzados de interacción– que las diversas instituciones del desarrollo han ejercido sobre los cotidianos mapuche de la región*. Efectivamente existe una relación recíproca entre identidad y estilo de desarrollo; si este último no es reflexionado y mantiene su condición de impuesto, la identidad cultural y étnica puede verse severamente afectada; no así, si el estilo de desarrollo se propone como perfeccionable y sujeto a la reflexión acomodaticia por parte de quienes serán sus usuarios, poniendo en práctica un proceso participativo que persigue el encuentro de compatibilidades culturales en la programación y ejecución del desarrollo.

Aplicando los criterios antes señalados desde una perspectiva multidimensional, continuamos constatando que la aplicación de programas de desarrollo en sectores mapuche se mantiene reproduciendo las siguientes premisas[4]:

- Funcionalización del mapuche, con fines pragmático-asistencialista.
- Desarticulación de la organización social, en tanto proliferación de múltiples expresiones locales de esta.
- No consideración de la diversidad sociocultural interna de la población en los diseños de estrategias de desarrollo.
- Marginación manifiesta de los sectores mapuche críticos o menos funcionales, tanto de parte del desarrollo oficial como privado.
- Autogestión mapuche externamente controlada, donde se otorgan concesiones o «permisos» para generar programas propios, tras acuerdos económicos que mantienen la dependencia.

ACERCÁNDONOS A COMPRENDER LA CONCEPCIÓN MAPUCHE DE DESARROLLO

Para hacer referencia a estos aspectos debemos reconocer al menos tres fuentes:

1. Las sistematizaciones y publicaciones elaboradas por los propios especialistas mapuche.
2. Las manifestaciones, expresiones y discursos que diversas organizaciones han elevado y sostenido respecto al tema, en instancias representativas de la búsqueda de comunicación.
3. La participación en experiencias de trabajo directo con familias, comunidades y organizaciones dispuestas a afrontar el desafío de formar parte de la puesta en marcha de acciones para orientar su desarrollo. Si bien en este aspecto, las experiencias institucionales pueden variar considerablemente, la formalidad de las relaciones establecidas respondería a una misma búsqueda: la del *acompañamiento de procesos locales, ya sea a través de asesorí - as específicas, coordinaciones, o contrapartes institucionales.*

De acuerdo a ello, se deriva la evidencia hoy contrastable de que para el mundo mapuche el concepto de desarrollo constituye en sí mismo un desafío por afrontar. Hay quienes han avanzado al respecto, en la dirección intracultural hacia la búsqueda de los principios propios que les permitan constituir contrapartes efectivas en las discusiones y toma de decisiones que les afecten directamente. Agregan a ello la mirada interétnica y se valen de las circunstancias históricas del contacto, de las anteriores implementaciones políticas y legislativas que el Estado chileno les ha consentido. Se trata de intelectuales, lonkos y dirigentes funcionales que proponen situarse en la perspectiva bi dimensional de lo intra y lo inter, apostando por la posibilidad compleja pero necesaria de poder desplazarse y ser competente tanto al interior de la cultura propia como en los espacios que la otra ofrece / impone respecto de ellos mismos.

Técnicamente, el concepto de «universo cultural» refiere prioritariamente al dominio conceptual y simbólico de cada cultura, dejando espacio para las expresiones que estos dominios generen en el campo de las estrategias materiales. El universo cultural mapuche reconocería en sí mismo conceptos tales como el de *che y tremün*, como horizontes básicos para el encuentro con una visión del desarrollo, que igualmente pertenezca a este universo cultural propio. Esta búsqueda intracultural establece así sus bases, constituyéndose en el camino que los propios mapuche han validado como aquel a través del cual ellos podrían cimentar un planteamiento verdaderamente propio[5].

Asimismo, la satisfacción de necesidades económicas continúa siendo una prioridad. Todas las organizaciones coinciden en expresar que estas constituyen una urgencia; en algunos casos como el *Consejo General de Caciques de Chiloé*, aparece la vinculación estrecha, indispensable y propia entre el desarrollo económico-productivo, el territorio mapuche huilliche, los derechos indígenas, la organización tradicional y funcional, la conservación del medio ambiente. Su propuesta intenta configurar y ejecutar Programas de Trabajo que protejan la vida huilliche en su propio contexto, sin por ello excluir la incorporación de aportes técnicos, jurídicos y comunicacionales del mundo wingka.

PERSPECTIVAS INSTITUCIONALES: CONCEPTOS Y METODOLOGÍAS

La diferenciación de metodologías de acercamiento y tratamiento de la temática del desarrollo mapuche, ejecutadas por instituciones y equipos técnicos diversos, nos permitirá desentrañar dos dimensiones centrales de la cuestión: las concepciones institucionales y los trasfondos metodológicos que sostienen propuestas tales como metodologías de acompañamiento, seguimiento, co gestión, etc.

Para definir con precisión lo que vamos a entender por *metodologías del desarrollo* es necesario identificar previamente los supuestos que orientan el trasfondo de nuestra aproximación. En otras palabras, el sentido que nos impulsa a interiorizarnos, indagar, actuar y proseguir nuestro trabajo con personas, familias y organizaciones mapuche de la región.

Para ello, consideramos que la evolución de la antropología constituye un ejemplo de cómo tal evolución científica se va produciendo en tanto se afrontan los desafíos de cada época, evidenciando la coexistencia de diversos estilos de ciencia abordando un mismo problema, pero concebido de manera distinta. Según el colombiano Arturo Escobar, los desarrollos teóricos de la antropología permiten diferenciar formal y sustantivamente dos vertientes de acercamiento a la realidad del desarrollo, atravesadas precisamente por la incidencia que al concepto de cultura se otorga en cada momento y circunstancia. Un primer modelo de «antropología *para* el desarrollo», habría sido la que abrió el espacio a la incorporación funcional de profesionales capaces de establecer vínculos entre cultura y desarrollo, convocados por una institucionalidad re orientada tras el fracaso de *«intervenciones impuestas desde arriba y basadas en inyecciones masivas de capital y de tecnología»*[6]. Este primer acercamiento, propio de las postrimerías de la década del 60, se compromete con el modelo imperante, ofreciendo nuevas bases para mejorar sus posibilidades. Sin superarle, el acercamiento de la «antropología *del* desarrollo» surge de la crisis epistemológica y teórica que afecta a la antropología entre otras cosas, reposicionando a los antropólogos en tanto sujetos activos de la sociedad en que habitan y se desenvuelven. El compromiso se traslada entonces al orden social, desestabilizando la construcción cultural que occidente ha construido en torno al desarrollo. En el lenguaje antropológico, diríamos que argumentando críticamente los fundamentos de la construcción de marcos interpretativos en cada cultura; en definitiva, el cómo las concepciones culturales contienen valores y ofrecen sentido para hacer inteligible lo que no pertenece a nuestro cotidiano.

Ambos acercamientos aceptan al desarrollo como un hecho inevitable, como una situación real ineludible. No obstante, aun cuando pretendamos situarnos en la perspectiva superada de la antropología *del* desarrollo, la etnografía actual nos continua evidenciando la prevalencia de ambos estilos, y la posibilidad inherente de valernos de estos modelos interpretativos para caracterizar también otro tipo de acercamientos a la realidad del desarrollo en nuestra región. Nos referimos a los propiciados por instituciones y por otras disciplinas reflexivas o irreflexivas respecto de su actuar en el tema. Sostenemos al respecto la siguiente hipótesis: en contextos de multiculturalidad sólo la relativización del concepto de desarrollo occidental nos permitirá avanzar hacia la aplicación de estrategias de carácter intercultural; la reflexividad de las disciplinas respecto de sus presupuestos culturales y científicos constituye el primer paso para derivar en la construcción de prácticas interétnicas políticamente ajustadas a la realidad. La dimensión del conocimiento y del derecho no resuelven por sí solas la situación de demanda y de conflicto que enfrentan sectores mapuche que han avanzado en la expresión y sistematización de sus inquietudes por alcanzar un desarrollo basado en un estilo autodefinido. Sólo la articulación entre tales dimensiones –conocimiento, derecho y político-institucional– mantiene las expectativas de que la interculturalidad constituya una realidad alcanzable. La ausencia del desdoblamiento científico, la inflexibilidad del derecho y la irreductibilidad de la institucionalidad siguen siendo los obstáculos de primer orden que nuestra sociedad antepone silenciosamente para el devenir del desarrollo mapuche.

SUPERANDO METODOLOGÍAS DE TRANSFERENCIA UNILATERAL

Propias del pos estructuralismo, reiteramos la superación de perspectivas metodológicas que a partir del cuestionamiento de los métodos extractivos de conocimiento invalidan acercamientos tendientes a utilizar el saber local en proponer estrategias de desarrollo superficialmente compartidas. Seguido de ello, las consecuentes acciones de transferencia de conocimientos a partir de un supuesto de «ausencia de saber» por parte de las poblaciones receptoras, aun cuando forman parte evidente de nuestro contemporáneo, son cada vez más blanco de denuncia e invalidación por parte de un contexto parcial pero intencionalmente renovado.

En consecuencia con nuestro planteamiento original, sospechamos que no hay metodología universalmente apropiada a excepción de aquella que enuncia un diálogo, que abre y deja un espacio para contenidos y estilos previamente concebidos como distintos. Todo esto en el momento apropiado, y no una vez que las acciones ya se han puesto en marcha. Renovar los métodos implica decodificar la intención en aprendizajes y en la aplicación de estos. Quienes identifican no incorporar la *dimensión sociocultural* en su quehacer, no pueden menos que incorporarla en sus acciones posteriores. El cómo dar este paso sigue siendo la pregunta afín. La antropología propone refundar las propuestas en espacios compartidos, en donde las responsabilidades sean asumidas por quienes las demandan. Ello, plantea en la práctica un complejo desafío a las disciplinas y técnicas hasta hoy reproducidas sin mayor reparo; exige re orientar la interpretación de la vida sociocultural en una perspectiva que trascienda a lo evidente, que sea capaz de desentrañar símbolos y comportamientos aparentemente inconsecuentes, que reconozca su impulsividad en el enunciado de acuerdos y por sobre todo, que sea capaz de identificar la real potencia de su presencia y roles en la interaccionalidad que se recrea en el cotidiano de su quehacer.

Diversidad de estrategias se nos ofrecen hoy en día para enfrentar el trabajo intercultural. Metodologías participativas, metodología de seguimiento, co – gestión, potencialidad de la autogestión, y varias otras son las etiquetas que renuevan nuestra diáspora metodológica. ¿Desde dónde las utilizamos?, ¿desde nuestro itinerario político, jurídico y modélico de realidad única?, ¿o desde la inquietud por vivenciar la diversidad a través de la generación de espacios de uso no resuelto, de competencia de un devenir impredecible para los indicadores de nuestro desarrollo?

CONCLUSIONES

Ya no estamos en condiciones de reproducir una ciencia terapéutica, que promueva soluciones a crisis de programas institucionales originariamente fallidos. Lo que desde antaño ha venido haciendo tanto la «antropología para el desarrollo» como la transferencia tecnológica de la agronomía clásica nos representa hoy un *estigma*, un desafío que no nos pertenece y del cual no debemos hacernos cargo. La contra respuesta está en elaborar un programa metodológico de tal amplitud y precisión a la vez, que permita explicar y comprender que la realidad es igualmente compleja para todos, y que nuestras preocupaciones no son paliativas de la realidad sino re generativas de ella.

Nos concertamos en la idea de la mirada retrospectiva e introspectiva, desde las acciones hacia y hasta los trasfondos filosóficos que nos dilucidarán las posibilidades o imposibilidades ciertas de permitir la comunicación. Esta actitud metodológica nos permitirá a su vez ahorrar

tiempo. Disminuir esfuerzos infructuosos por otorgar derechos y espacios a quienes en un momento determinado se les asignan, en una suerte de contexto construido artificialmente, sin una base real de convivencia espontánea coherente con la heterogeneidad y la realidad que incesantemente alterna lo objetivo con lo subjetivo.

BIBLIOGRAFÍA

Textos

ESCOBAR, A. (1997), *Antropología y Desarrollo*. Disponible en: *www.unesco.org/issj/rics154/escobarspa.html*.

GIDDENS, A. (1997). *Las Nuevas Reglas del Método Sociológico. Crítica Positiva a las Sociologías Comprensivas*. Amorrortu Editores. Buenos Aires, Argentina.

HAMMERSLEY, M.; ATKINSON, P. (1994). *Etnografía, métodos de investigación*. Editorial Paidós. Barcelona, España.

QUIDEL, J.; JINEO, F. (1999). *Las raíces para nuestro cultivo*, en: «Estilos de Desarrollo en América Latina. Identidad - Cultura - Territorio - Medio Ambiente. Un aporte para la discusión», coeditado por Universidad Católica del Maule, Universidad Católica de Temuco y Universidad de la Frontera, Chile.

FUNTOWICZ S.; RAVETZ, J. (1993). *Epistemología política*. Ciencia con la gente. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires, Argentina.

Informes de Investigación:

Informe Final Proyecto de Investigación – Acción en el Area Rural Mapuche de la Comuna de Freire, junio de 2000.

Informe Final Proyecto Gestión de Recursos Ambientales Mapuche. Proyecto IDRC N° 100091 - 002, mayo 2001.

NOTAS

1 Esta situación es ampliamente corroborada por los exámenes minuciosos hechos a la historia de la legislación indígena de nuestro país, entre los cuales destacamos los de Vidal, A. (1999, 2000) y Lillo, R. (1999).

2 Aplicación etnográfica en «Diagnóstico en comunidades indígenas del Ayjarewe de Xuf Xuf, IX Región», ejecutada durante el año 2001, coordinada por el CES - UCT.

3 Ver informes de investigación: «Investigación Acción en el Sector Rural Mapuche de la Comuna de Freire» y «Gestión de Recursos Ambientales Mapuche, Rüpükura, Chol - Chol», Proyecto IDRC N° 100091. CES - UCT.

4 Extracto de discusión interna sostenida por el equipo del Centro de Estudios Socioculturales de la Universidad Católica de Temuco, agosto de 2001.

5 Ver texto: «Las raíces para nuestro cultivo», Quidel, J. y Jineo F., en: «Estilos de Desarrollo en América Latina», 1999.

6 Escobar, A.: «Antropología y Desarrollo». Disponible en: *www.unesco.org/issj/rics154/escobarspa.html*.

Incorporación de prácticas agrícolas modernas en sistemas tradicionales y su efecto en la incidencia y daño de plagas: una aproximación agroecológica a partir del estudio de sistemas hortícolas mapuche

RENÉ MONTALBA, N.[1]

[1] Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales - Instituto del Medio Ambiente, Universidad de la Frontera. Temuco - Chile.

RESUMEN

Con el objetivo principal de realizar una primera aproximación al efecto, en cuanto a la incidencia de plagas, de la incorporación de prácticas «modernas» en los sistemas hortícolas tradicionales mapuche (huerta), fue conducido un estudio el cual se aplicó a huertas familiares en siete comunidades mapuche de la Región de la Araucanía (Chile).

Pese a que no fueron encontrados casos de adopción total de prácticas modernas, especialmente relativas al uso de cultivos puros, se presentaron diferencias notorias en cuanto a la incidencia de plagas entre los sistemas manejados más tradicionalmente y aquellos en los cuales se había variado la distribución de las plantas y, especialmente, la forma de fertilización.

En base a lo anterior, se estima que la incorporación de prácticas agrícolas modernas a los sistemas hortícolas tradicionales mapuche puede, potencialmente, aumentar los riesgos de ataques de plagas y aumentar los daños causados por éstas. Sin embargo, para poder visualizar más claramente estos efectos sería necesario utilizar una muestra mayor en la cual estén representados también casos de adopción completa.

INTRODUCCIÓN

La Región de la Araucanía de Chile, ubicada a 700 km. al sur de Santiago, deriva su nombre del pueblo «araucano[1]» y es en esta zona donde se concentra la población indígena de Chile, la cual fundamentalmente vive en el sector rural cultivando pequeñas propiedades[2]. Este pueblo originario se autodenomina como Mapuche.

No obstante a no haber sido agricultores propiamente tales, se tiene información de que por lo menos desde el siglo XV[3] los mapuche manejaban sistemas hortícolas de pequeña escala (BENGOA, 1991). Presumiblemente el manejo de estos sistemas se realizaba siguiendo estrictas prescripciones culturales, lo cual llevó a que, pese a tener que alimentar una elevada pobla-

ción, su impacto ambiental fuera mínimo (BENGOA, 1991; DONOSO y LARA, 1997). Pese a que históricamente tanto los sistemas económico-productivos como la relación de este pueblo con la «naturaleza» ha sufrido constantes y abruptas transformaciones, se plantea como hipótesis inicial de este trabajo que así como los mapuches han logrado conservar gran parte de su cultura y cosmovisión, ésta también se expresaría en las prácticas culturales relativas al manejo de sus agroecosistemas.

Según las evaluaciones convencionales, las prácticas mediante las cuales los mapuche manejan sus agroecosistemas son ineficientes, atrasadas, improductivas, e incluso consideradas como origen de la degradación de sus recursos naturales. Debido a esto ha sido planteada la necesidad de transformar estos sistemas mediante la transferencia de prácticas agrícolas modemas (cultivos puros, semillas mejoradas, agroquímicos, riego, etc.). Estas recomendaciones han tenido eco tanto en las políticas de Estado como en las de los gobiernos locales (municipios), dando origen a múltiples «programas de transferencia tecnológica».

Trabajos alternativos[4] (CONTRERAS y col., 1992; MONTALBA, 1998; CONTRERAS y MONTALBA, 1998), en cambio, han encontrado que los sistemas hortícolas tradicionales mapuche (huertas) poseen características que les confiere importantes cualidades, encontrándose dentro de éstas la baja incidencia y reducción de los daños provocados por plagas y enfermedades. Dentro de estas características se encontraría el que en sus cultivos fomentan la biodiversidad, mezclando plantas hortícolas, aromáticas, medicinales, ornamentales y arbustos, que muchas veces también sirven de cercos vivos, alrededor de los recintos cultivados. En estas prácticas tradicionales el sistema es manejado con un enfoque integrado, en el cual los animales y los cultivos están estrechamente interrelacionados. Así, por ejemplo, la forma mediante la cual se mantiene la fertilidad del suelo[5] (orgánica) estaría involucrada en la resistencia ante las plagas y la baja incidencia de éstas (MONTALBA, 1998).

Dado el importante avance de los programas de «transferencia de tecnologías para la producción hortícola» y junto a éstos el aumento en la utilización de prácticas agrícolas «modernas» en las comunidades mapuche[6], en el presente trabajo se pretende realizar una primera aproximación, de carácter más bien descriptiva, de los efectos relativos a la incidencia de insectos fitófagos producidos por la adopción de prácticas convencionales en sistemas hortícolas mapuche. Debido a que en estudios anteriores (CONTRERAS y col., 1992; CONTRERAS y MONTALBA, 1998; MONTALBA, 1998) fue relacionado el manejo de la diversidad vegetal y forma de fertilización utilizada en las huertas mapuche con la baja incidencia y daño de las plagas, en este trabajo se prestará especial atención a la variación que en estos factores impone la adopción de las prácticas agrícolas modernas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el período enero-febrero de 1998 fue realizado un estudio, el cual se aplicó en siete comunidades mapuche de la Región de la Araucanía (Chile). Las mencionadas comunidades son: «Correhuil Sandoval», «Lleuvul Sandoval», «Ignacia Mancurray», «Juan Manqueche», «Juan Huenchumil», «Rafael Burgos» y «Juan Nahueñir». De un total aproximado de 320 familias nucleares que componen estas comunidades, fueron aleatoriamente[7] seleccionadas 45. Los sistemas hortícolas de estas familias fueron caracterizados, registrándose el número de especies presentes en las huertas, superficie de cultivo y distribución espacial de las plantas (hile-

ras, franjas o asociados), así como también se constató en las mismas la presencia y el grado daño provocado por las plagas insectiles. Simultáneamente, a cada familia visitada se le aplicó una entrevista semiestructurada en la cual se preguntó acerca del manejo de la huerta, modo de fertilización, manejo de plagas, etc., así como también se consultó acerca de la participación o no de las familias en programas de transferencia tecnológica.

Debido a que tanto la forma de distribución de las plantas (asociadas) como el manejo de la fertilidad del suelo (orgánica) han sido consideradas como características propias de las huertas tradicionales mapuche, estas características fueron utilizadas como indicadores del grado de adopción de prácticas agrícolas modernas. Así, según estos criterios, podemos considerar como huertas tradicionales mapuche a aquellas en las cuales se presenta una distribución de «cultivos asociados» fertilizados orgánicamente mediante las prácticas antes mencionadas. En este mismo sentido el nivel máximo de adopción estaría representado por aquellos sistemas en los cuales se presentara la condición de monocultivo, cuya nutrición se basara en el uso de fertilizantes solubles de síntesis. Formas de distribución (franjas, parcelas, hileras) y fertilización intermedias (mixtas) fueron considerados como casos de adopción parcial.

RESULTADOS Y DISCUCION

La superficie promedio de las huertas estudiadas fue de 352 m^2 (D.S.= 495,5). La considerable variación con respecto a la media hace que esta cifra no sea muy representativa, sin embargo, tal como se aprecia en la figura 1, las superficies encontradas concuerdan con datos de investigaciones anteriores en las que se concluía que la gran mayoría de las huertas mapuche poseen dimensiones muy reducidas, haciéndolas sólo suficientes para el consumo familiar (CONTRERAS y col., 1992). Sólo una pequeña fracción de los sistemas estudiados (menos del 20%) presentó una superficie que permite comercializar parte importante de su producción.

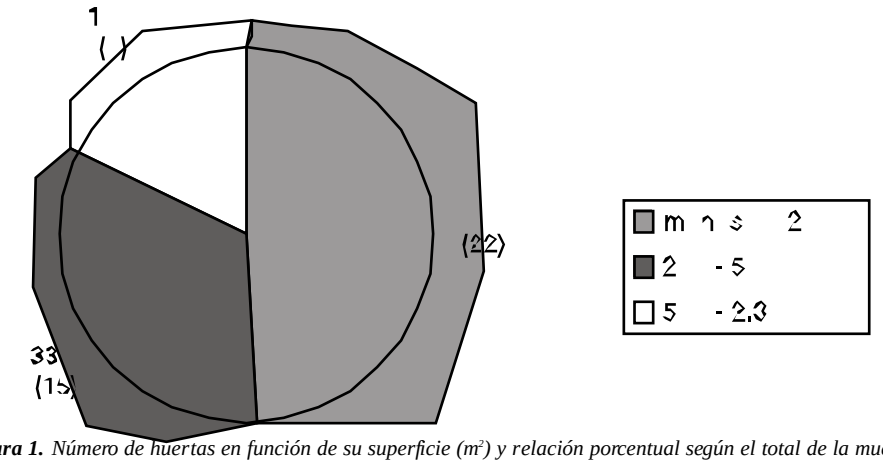


Figura 1. *Número de huertas en función de su superficie (m^2) y relación porcentual según el total de la muestra*

Pese a que en varios de los casos las familias habían recibido instrucción por parte de programas de transferencia tecnológica, y en otros (3) se encontraban participando como «beneficiarios» de este tipo de programas, ninguna de las huertas estudiadas presentó la condición de cultivo puro (monocultivo), encontrándose en todos ellos policultivos de distribución variable. Dentro de las causas que podrían explicar esta ausencia de «monocultivos», podría encontrarse el hecho de que uno de los objetivos principales de la huerta es el aprovisionamiento de alimentos a la familia, y culturalmente son requeridos una serie de productos alimenticios. También resulta importante el destacar que la forma tradicional en la cual los mapuche realizan la comercialización de sus hortalizas[8] les impide ofertar un solo producto.

Al contabilizar sólo las especies hortícolas presentes en las huertas (sin considerar flores, frutales, hierbas medicinales, etc.) se obtuvo un promedio de 12 especies por sistema (D.S.= 3,72), siendo las especies más comúnmente encontradas: calabacines, cilantro, perejil, coles, lechuga, tomate, haba, acelga, remolacha, cebollines, guisantes y alubias para consumo en verde.

Las formas de distribución de las plantas encontradas en las huertas correspondió principalmente a secuencias de hileras de distintas especies (líneas), disposición de las plantas en franjas paralelas siendo cada una de estas franjas de distintas especies o intercalando dos o más especies en secuencias repetidas (franjas), división de la huerta en «parcelas» y cada una de las parcelas con una especie distinta (parcelas), y, por último, todas las plantas asociadas e intercaladas en la entrehilera y en la sobrehilera, de modo tal que no quedan plantas de la misma especie una al lado de la otra (tradicional, asociadas).

Las formas de fertilización encontradas fueron agrupadas en tres categorías, siendo éstas nombradas como «tradicional» (principalmente: rotación de corral de animales-huerta, aplicación de estiércol animal y uso de suelo vegetal de los bosques), «mixta» (alguna de las prácticas anteriores más las aplicación de fertilizantes de síntesis) y «sintética» (aplicación exclusiva de fertilizantes comerciales de síntesis). Tal como se aprecia en el cuadro 1, en casi 1/3 (14) de los sistemas estudiados se continuaba practicando tanto la forma de distribución de las plantas como fertilización tradicionales. Así también, en casi 2/3 de los casos la forma de fertilización utilizada seguía siendo la tradicional. Por otra parte, cerca de 1/3 (16) de las huertas utilizaban otras formas de distribución de las plantas y fertilización químico-sintética.

Cuadro 1. Número de huertas según distribución de las plantas y forma de fertilización utilizada

	Parcelas	Franjas	Líneas	Tradicional	TOTAL
Tradicional (orgánica)	4	4	4	14	**26**
Mixta	2	5	2	3	**12**
Sintética	2	2	3	0	**7**
TOTAL	**8**	**11**	**9**	**17**	**45**

Tal como muestra el cuadro 2, el número de sistemas en los que se presentó algún nivel de daño causado por plagas insectiles fue muy bajo, siendo solo 15 (33%) de los casos estudiados. De éstos, un 80% correspondió a áfidos y el 20% restante a pilmes (*Epicauta pilme*)[9]. En los casos en que se presentaron, los niveles de daño fueron evaluados como leves (sin daño económi-

co). Sólo en dos casos se presentó un mayor grado de daños (moderado), coincidiendo éstos con los dos únicos sistemas en los cuales se constató el uso de pesticidas[10].

Cuadro 2. Número de huertas en las cuales se detectó ataque de plagas, según distribución de las plantas y tipo de fertilización utilizada

	Parcelas	Franjas	Líneas	Asociados	TOTAL
Tradicional	4	2	1	2	**6**
Sintético	2	4	2	1	**9**
TOTAL	**3**	**6**	**3**	**3**	**15**

Al agrupar los casos estudiados por «tipos», en función a la forma de fertilización y distribución de las plantas, y calcular el valor porcentual de casos de cada tipo en los cuales se presentó ataque de plagas, fue posible observar una tendencia de disminución en la incidencia de plagas en los sistemas en los cuales se utilizaba la fertilización o la distribución tradicional (figura 2). Estas tendencias se hacen aún más notorias cuando la división de los tipos se hace en función de la forma de distribución y fertilización por separado (Figuras 3 y 4).

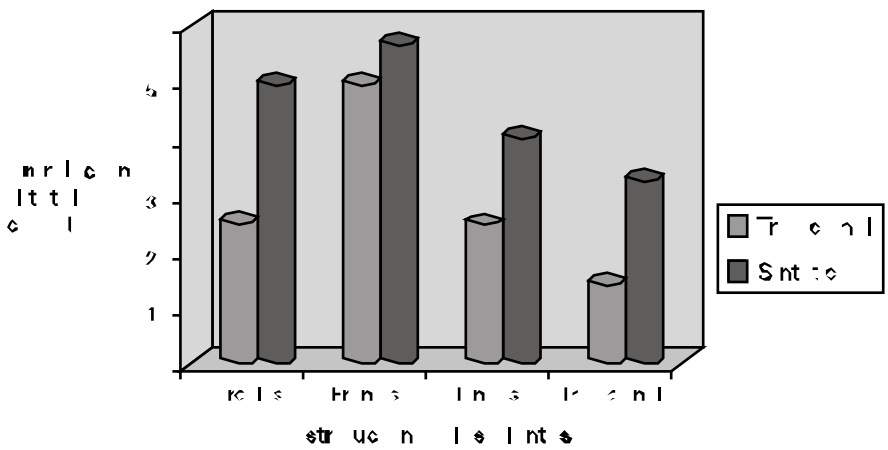


Figura 2. *Incidencia de plagas en las huertas según distribución de las plantas y formas de fertilización*

Tanto las diferencias entre los «tipos» de sistemas como la baja presencia y nivel de daños de plagas encontrada en prácticamente todos los casos, coincidiría con lo expuesto en diversas publicaciones sobre el efecto de los sistemas diversificados (ALTIERI, 1987; BARBOSA y LOTORNEAU, 1988; ARAYA y col., 1992; ALTIERI y col., 1993; COSTELLO y ALTIERI, 1994) y la utilización de fuentes de fertilización orgánica (HOWARD, 1921, 1943, 1947; HUNTER, 1971; HYLTON, 1973; CHABOUSSOU, 1976; OELHAF, 1978; KOWALSKY y VISSER,

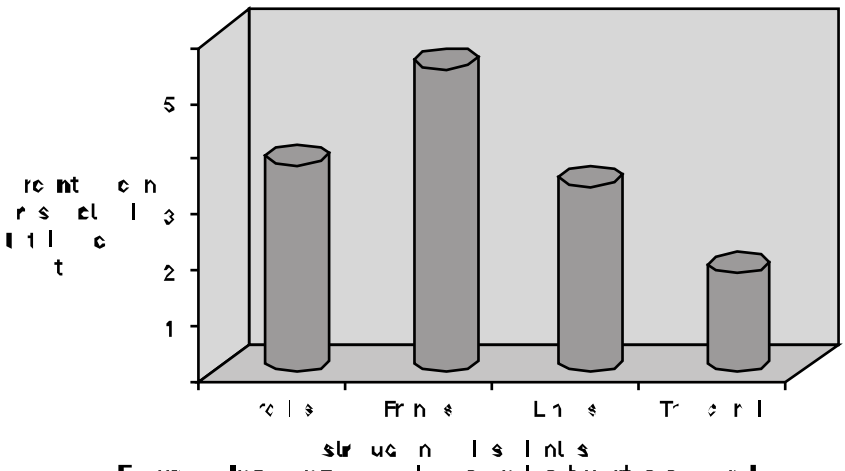


Figura 3. Incidencia de plagas en las huertas según distribución de las plantas

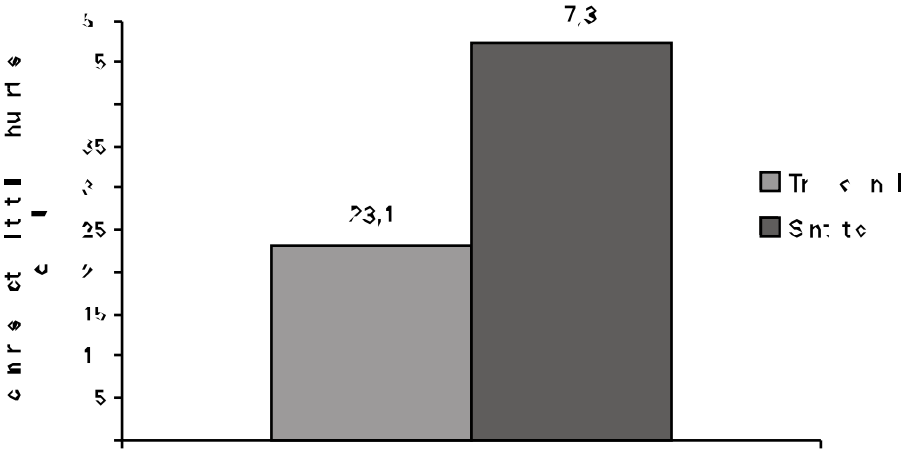


Figura 4. Incidencia de plagas en las huertas según tipo de fertilización utilizada

1979; BOERINGA, 1980; KAJIMURA y col., 1995; PELAN y col., 1995) en la supresión del ataque de insectos fitófagos. Así también, las variaciones observadas en cuanto a la incidencia de plagas en los sistemas más tradicionales con respecto a aquellos en los cuales existe un grado de adopción de prácticas modernas (en especial de las prácticas de mantención de fertilidad del suelo), indicaría que, potencialmente, los sistemas en los cuales se produce adopción de tecnología «moderna» presentarían un mayor riesgo de ser atacados y dañados por insectos fitófagos. Sin embargo, para poder visualizar de mejor manera este efecto debería trabajarse con una muestra más amplia en la cual estén contenidos también casos de adopción total de prácticas modernas.

Finalmente, resulta importante el destacar que pese a que todos los «tipos» de sistemas estudiados presentaron un número similar de especies hortícolas, los sistemas manejados más tradicionalmente poseían un notable mayor número de otras especies vegetales (arbustos, plantas medicinales, flores, frutales, hierbas espontáneas, etc.) las cuales han sido mencionadas como elementos importantes en la regulación de plagas de los agroecosistemas (ALTIERI y WHITCOMB, 1979; ALTIERI y LETOURNEAU, 1982). Por tanto es muy posible que las diferencias observadas también fueran debidas a este factor.

CONCLUSIONES

- Mayoritariamente, en los sistemas estudiados, siguen jugando un rol principal el uso de prácticas agrícolas tradicionales.
- Es probable que el hecho de que todos los sistemas presentaran policultivos y que en la gran mayoría se mantuvieran formas orgánicas de fertilización, influyera fuertemente en la baja incidencia de plagas y daños que en general mostraron las huertas.
- Basándose en las diferencias que mostraron los sistemas manejados más tradicionalmente con aquellos en los cuales se había producido una adopción parcial de prácticas modernas, se considera que la incorporación de prácticas agrícolas modernas a los sistemas hortícolas tradicionales mapuche puede, potencialmente, aumentar los riesgos ataques de plagas y aumentar los daños causados por éstas. Sin embargo, para poder visualizar más claramente estos efectos sería necesario utilizar una muestra mayor en la cual estén representados también casos de adopción completa.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1987). *Agroecology: The Scientific Basis of Alternstive Agriculture*. Westview Press, Boulder. USA.

ALTIERI, M.A.; CURE, J.A.; GARCÍA, M.A. (1993). *The role and enhancement of parasitic hymenoptera biodiversity in agroecosystems*. En: Hymenoptera and biodiversity. Pp. 257-275. J. La Salle e I.D. Glaud (editores), CAB International, Wallingfort, UK.

ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K. (1982). *Vegetation management and biological control in agroecosystems*. Crop Protection. 2: 405-427.

ALTIERI M.A.; LETOURNEAU, D.K. (1984). *Vegetation diversity and insect pest outbreaks.* CRC Critical Reviews in Plant Sciences, 2 (2): 131-169.

ALTIERI, M.A.; WHITCOMB, Y. (1979). *The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects*. Horticulture Science, 14: 12-18.

ARAYA, F.; GERDING, M.; MEDINA, V. (1992). *Efecto de cultivos asociados y estractos vegetales sobre el compor - tamiento del bruco de la arveja, Bruchus pisorum* L. Agrociencia (Chile) 8 (2): pp. 79-85.

BARBOSA, P.; LOTORNEAU, D.K. (1988). *Novel aspects of insects of insect-plant interactions*. John Wiley and Sonds, Nueva York, EE. UU.

BOERINGA, R. (1980). *Alternative methods of agriculture.* Elsevier, Amsterdan, 200 pp.

CHABOUSSOU, F. (1976). *Cultural factors an the resistance of citrus plants to scale insects and mites. En: Fertilizer use and plant health*. international Potash Institute, worblaufen-bern, Suecia, pp. 259-280.

CONTRERAS, A.; DURAN, T.; MAHN, C.; MIRANDA, H.; OSES, S. (1992). *Sistemas de producción hortícola de los minifundistas de la IX Región*. Bases científicas para su desarrollo. Informe final del proyecto UFRO-CERPLAC. Temuco, Chile, 77 pp.

CONTRERAS, A.; MONTALBA, R. (1998). *Agroecologic handing records on pest performed by the mapuche people of Chile*. Libro de conferencias XII congreso científico internacional IFOAM. Mar del Plata, Argentina.

COSTELLO, M.; ALTIERI, M.A. (1994). *Broccoli growth, yiel and level of aphid infestation in leguminous living mul - ches*. En: Biological Agriculture and horticulture, vol. 10, pp. 207-222.
HOWARD, A. (1921). *The influence of soil factors on disease resistance*. Ann. Appli. Biol., 7: 373-389.
HOWARD, A. (1943). *An Agricultural Teatament*. Oxford University Press, Londres, Inglaterra. 253 pp.
HOWARD, A. (1947). *The soil and healt. A Study of Organic Agriculture*. Devlin-Adair, Nueva York, USA., 307 pp.
HUNTER, B.T. (1971). *Gardening without poisons*. 2nd edn. Houghton Miffin, Boston, USA. 318 pp.
HYLTON, W.H. (1973). *Organically Grown Foods*. Rodale Press, Emmaus, pennsylvania, USA. 98 pp.
KAJIMURA, T.; WIDIATRA, I.N.; NAGAI, K.; FUJISAKI, K.; NAKASUJI, F. (1995). *Effect of organic rice farming on Planthoppers, Reproduction of the White Backed Planthopper, Sogatella furcifera Horvath*. Respouse. Population Ecology. 37 (2), pp. 219-224.
KOWALSKI, R.; VISSER, P. (1979). *Nitrogen in a crop-pest interaction: cereal aphid*. En: J.A. Lee, S. McNeil y L.H. Rorison (Editores), Nitrogen as an ecological parameter. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Inglaterra.
MONTALBA, R. (1998). *Efecto de algunas prácticas agroecológicas en las poblaciones de insectos plagas y sus ene - migos naturales de sistemas de viñedos y crucíferas, y su relación con el conocimiento agrícola tradicional mapu - che*. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Cs. Agropecuarias y Forestales, Universidad de la Frontera. Temuco, Chile, 120 pp.
PHELAN, P.L., MASON, J.F.; STINNER B.R. (1995). *Soil-fertility management and host preference by Europian corn borer, Ostrinia nubilaris (Hubner), on Zea mays L.: A comparison of organic and conventional chemical farming*. Agriculture, Ecosistems and Enviroment, 56: 1-8.

NOTAS

1 Nombre que los colonizadores ibéricos, y luego los chilenos, dieron al pueblo mapuche.
2 Poseyendo, en promedio, menos de dos hectáreas de terreno por persona, generalmente marginales en cuanto a potencial productivo y fragilidad ecológica.
3 Al llegar las primeras expediciones «españolas» a La Araucanía.
4 Desarrollados principalmente utilizando enfoques antropológicos y agroecológicos.
5 La fertilidad del suelo es mantenida mediante la alternancia del uso de espacios como corral de animales y huerta, aplicación de «tierra de hojas» del bosque o recolección en el campo de excretas animales semidescompuestas.
6 Adquiridas por causas diversas; colapso de los sistemas, imitación, subsidios municipales o estatales, etc.
7 Dentro de las que cumplían con la condición de poseer huerta.
8 Venta al detalle, casa a casa.
9 Coleoptera, Meloidae.
10 Ambos casos eran beneficiarios de programas de transferencia tecnológica.

Importancia de la socialización del conocimiento local para la conservación de la diversidad bio-cultural: el caso de Armerillo, (Chile)

SANTIAGO-FELIPE PEREDO P., CLAUDIA-PAZ BARRERA S.[1]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba

RESUMEN

Con motivo de la creación de la Red chilena de «Productos Forestales no Maderables» (PFnM) en el año 1999, se definieron tres líneas de investigación-acción. En una de ellas, denominada desarrollo rural, se estableció como objetivo la tarea de definir esquemas de desarrollo endógeno utilizando como elemento central los PFnM, presentes en cada comunidad.

Con este propósito se llevó a cabo este estudio en la localidad de Armerillo (Chile) cuyos objetivos fueron identificar los principales PFnM utilizados por la comunidad y determinar el grado de socialización del conocimiento tradicional como elementos para definir esquemas de desarrollo rural endógeno.

Los resultados señalan la presencia de una gran diversidad biocultural, pero con una baja socialización de conocimientos.

INTRODUCCIÓN

Durante el encuentro sobre «Productos Forestales no Maderables» (PFnM) realizado en Valdivia (Chile) en julio de 1999, se constituyó la red de los PFnM de Chile. En el citado encuentro se trabajó en base a tres grandes áreas, con el objetivo que se constituyeran en futuras líneas de investigación-acción como parte de los objetivos de la red. Estas fueron: biología y conservación, comercialización y desarrollo rural.

Dentro de esta última, uno de los objetivos trazados en la reunión de trabajo fue el definir estrategias de desarrollo rural, en los cuales se incorporaran los PFnM, como un elemento central en materias relacionadas con: a) acceder a nuevos empleos; b) contribuir a la dieta alimentaria; y c) bajar la presión ejercida sobre los bosques nativos, basada principalmente en la extracción de madera y leña.

Por tal razón, a la necesidad de conocer respecto de una localidad determinada, las condiciones ecológicas de sus bosques y los productos que de él se obtienen, se suman los elementos socioculturales implicados directamente en la generación y socialización de las prácticas culturales de carácter local que garantizan la reproducción social del sistema.

La conjunción de ambos, elementos ecológicos y socioculturales (PEREDO y BARRERA, 2001), permite definir criterios de utilización y manejo de los recursos naturales basados en el conocimiento tradicional de colectivos que han desarrollado un sentimiento de grupo identificándose con una comunidad de génesis común, con el propósito de salvaguardar la sobreexplotación de sus recursos evitando, con ello, la simplificación de sus ecosistemas forestales.

Sin embargo, se presentan otros factores que de acuerdo con Catalán (2000) amenazan la sustentabilidad de esta actividad y que tienen que ver con lo que el autor llama el fracaso económico de iniciativas de desarrollo rural basados en los PFnM, por ser éstos productos que se caracterizan por su estacionalidad, corto período de conservación y sobre los cuales es escasa la información sistematizada.

Por ello, con el fin de conocer aquellos factores anteriormente señalados que permitan definir una estrategia de desarrollo rural endógeno (PEREDO y BARRERA, 2002), el presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

- Conocer los principales productos no tradicionales utilizados por la población de la localidad de Armerillo, su utilización y /o aplicación.
- Conocer la estacionalidad de tales productos y las estrategias desarrolladas por las familias para su obtención y/o conservación.
- Determinar el grado de socialización del conocimiento tradicional respecto de los usos y propiedades de los principales productos utilizados por la localidad.

ANTECEDENTES DEL LUGAR

La localidad estudiada se encuentra ubicada a 47 Km al oriente de San Clemente en el camino internacional Pehuenche de la Región del Maule en Chile. Actualmente Armerillo es considerado como un caserío que en sus orígenes fue un campamento provisorio que se instaló entre los años 1947-57, con motivo de la construcción del embalse Laguna Maule, por lo cual en el año 1950 se contrataron 800 personas provenientes de distintos lugares de país, lo que derivó en un emplazamiento muy particular entre la montaña y el río, próximo a roquerías.

En Armerillo viven 30 familias, compuestas principalmente por una población mayoritariamente joven y adulta, que viven del trabajo del jefe de hogar que lo realiza fuera del sector, desplazándose a diferentes sectores de la región.

La economía del sector, según se puede deducir de las entrevistas sostenidas con lugareños, en sus inicios se basaba fundamentalmente de la venta de su fuerza de trabajo como mano de obra en la construcción del embalse. Más tarde, a principios de los años 70 la población se redujo a no más de 6 familias que quedaron habitando el lugar y a partir de entonces comienza una etapa de búsqueda de trabajo en sectores aledaños a Armerillo, la que se mantiene hasta el día de hoy, sumándose una pequeña actividad forestal favorecida por el entorno natural, consistente en un aserradero. Sin embargo, esta actividad que tuvo sus orígenes hace no más de una década ya no reporta los ingresos que la gente requiere.

El aislamiento que ha sufrido este lugar queda de manifiesto al constatar que sólo en el año 1999 se materializaron los proyectos de instalación del suministro eléctrico, alumbrado público y recientemente en los meses de febrero y abril del 2000 se les entregaron los títulos de dominio por parte de Bienes Nacionales. Para este año se tiene contemplado el estudio hidrográfico para el proyecto de agua potable.

Desde el punto de vista vegetacional, este sector se caracteriza por presentar fragmentos del bosque maulino del tipo caducifolio (SAN MARTÍN y DONOSO, 1996; GAJARDO, 1993), representados principalmente por *Nothofagus glauca* , donde la diversidad y composición florística varían con las condiciones del hábitat, encontrándose en sitios más secos, especies de carácter esclerófilo como *Lithrea caustica, Peumus boldus, Cryptocarya alba, Quillaja saponaria, Kageneckia oblonga, Citronella mucronatta* (SAN MARTÍN y DONOSO, 1996; LITTON, 1997).

METODOLOGÍA

En el estudio realizado en la localidad de Armerillo, el nivel de análisis correspondió al de la «Comunidad local», bajo una perspectiva de análisis fundamentalmente distributiva, y en menor grado estructural, en el sentido de Guzmán y col. (2000).

En una primera fase, se llevó a cabo una encuesta mediante entrevista con cuestionario a las familias de la localidad de Armerillo con el objetivo de reunir antecedentes respecto de los PFnM (clasificados como tal), su utilización y/o aplicación, así como el grado de socialización en cuanto a este conocimiento (GARCIA, 1995). Como actividad complementaria, se realizó además, una recopilación de información secundaria en instituciones y organizaciones vinculados a la localidad como la Municipalidad de San Clemente y la Dirección de Obras Públicas, con el objetivo de recabar antecedentes respecto de los orígenes y situación actual de la localidad.

Una vez interactuado con los sujetos de la localidad (mayoritariamente mujeres), se llevó a cabo una segunda fase en la que se realizaron entrevistas en profundidad a aquellas personas que manifestaban un mayor conocimiento en cuanto a los atributos de los diferentes productos (ORTI, 1995). Nuestros objetivos eran, por un lado descifrar las estrategias desarrolladas por estas familias ante la estacionalidad de estos productos, y por otro profundizar en los mecanismos de socialización y conservación de estas estrategias. Como actividad complementaria se realizaron observaciones directas en el lugar para corroborar los antecedentes obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las especies utilizadas en la localidad de Armerillo consideradas como PFnM, hacemos referencia a tan sólo algunas de ellas por razones de espacio (Cuadro 1). Conviene aclarar que el criterio utilizado para clasificar aquellas especies como PFnM corresponde a la definición establecida por la red como «todos aquellos bienes de consumo derivados de los ecosistemas forestales, excluyendo aquellos procedentes de la madera o de la corta de árboles». Hemos incluido bajo esta definición a aquellos que no necesariamente se obtienen del ecosistema forestal (DONOSO, 1986; CONTRERAS, 1993), sin embargo constituyen parte de la economía doméstica de las familias y responden a las estrategias desarrolladas por ellas. Por tanto, hemos sido heterodoxos en la operativización del concepto sin caer, eso sí, en la ambigüedad de algunos organismos como la FAO (1988) que consideran, incluso, los productos derivados de la producción animal como PFnM.

En términos relativos los principales PFnM utilizados por la localidad de Armerillo corresponden en un 72% a hierbas, seguidas de las hojas de árboles y semillas con un 8% cada una (Figura 1).

Cuadro 1. Principales especies consideradas PFnM utilizadas en la localidad de Armerillo (Chile)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen
Adiantaceae	*Adiantum chilense*	doradillo	nativa
Buddlejaceae	*Buddleja globosa*	matico	nativa
Chenopodiaceae	*Chenopodium ambrosoides*	paico	nativa
Papilionaceae	*Adesmia emarginata*	paramela	nativa
Eleocarpáceae	*Aristotelia chilensis*	maqui	nativa
Lardizavulaceae	*Lardizavala bitemata*	cohile	nativa
Gentianaceae	*Centaurium canchanlahuen*	calchaslahua	nativa
Rosaceae	*Geum chilense Bald*	h. del clavo	nativa
Proteaceae	*Gevuina chilensis*	avellano	nativa
Tiliaceae	*Tilia cf.Europeae L.*	tila	introducida
Rosaceae	*Rubus ulmifolius*	mora	introducida
Malvaceae	*Modiola caroliniana*	pila-pila	introducida

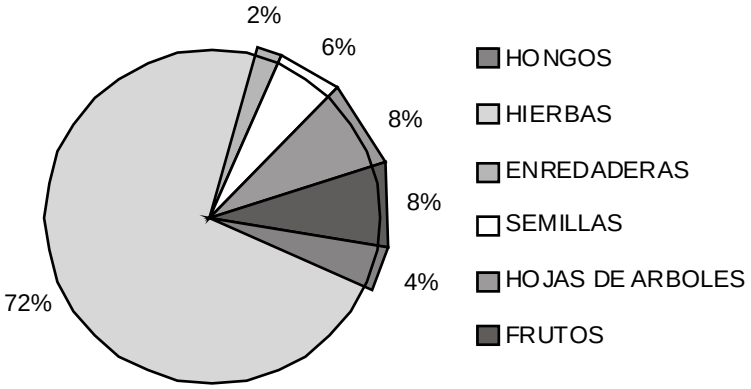


Figura 1. *Relación porcentual de los PFnM en la localidad de Armerillo*

De los antecedentes obtenidos en este estudio, destaca el hecho que para las especies con atributos medicinales, la comunidad identifica más de 70 especies a diferencia de San Martín (1983) quien reporta tan sólo 26 especies para el mismo sector de San Clemente. El mismo autor señala además especies que las personas encuestadas no mencionaron, como por ejemplo el quillay *(Quillaja saponaria)* y el maitén *(Maitenus boaria*), entre otras. Por otra parte, los resultados de la encuesta revelaron la presencia y/o utilización de especies que no habían sido reportadas para esta zona, pero sí para otros lugares dentro de la región estudiada por San Martín (1983), como por ejemplo el tilo (*Tilia cf. Europeae L.*), el níspero (*Eriobotrya japonica*), el culén *(Psorolea glandulosa*), el llantén *(Plantago major)*, el paico *(Chenopodium ambrosoides)*, entre otras.

Un segundo aspecto a destacar es que de las especies registradas a través de las encuestas, San Martín (1983) menciona usos medicinales para algunas de ellas que la población encuestada no señaló, como por ejemplo el concli *(Xanthium spinosum)* para el dolor de estómago, el carácter diurético del quinchamalí *(Quinchamalium majus),* y las propiedades afrodisíacas de la hierba del clavo *(Geum chilense Bald*), entre otros. De la misma manera, a través de las encuestas se identificaron usos que no fueron reportados por San Martín (1983), como las propiedades que se le atribuyen al cachanlahue (*Centaurium canchanlahuen),* el llantén *(Plantago major*) y el palto *(Persea americana),* por citar algunos de ellos. No hemos mencionado el atributo específico para cada una de éstas con el objetivo de salvaguardar el conocimiento de la comunidad. Esto obedece al cumplimiento de uno de los principios fundacionales de la red, de la cual somos miembros.

De esta gran cantidad de especies utilizadas por la localidad para variadas aplicaciones, tan sólo el 50% están disponibles durante todo el año. El 50% restante se caracterizan, en tanto, por ser productos estacionales. Con respecto a esta particularidad y sobre la base de los antecedentes obtenidos a través de las encuestas, hemos establecido tres grupos. Ellos son, los de disponibilidad permanente, los de marcada estacionalidad y disponibilidad esporádica y, los de estacionalidad y disponibilidad permanente.

Para el primer grupo, los de marcada estacionalidad, se pueden mencionar, entre otras, hierbas como el poleo *(Mentha pulegium L.),* la menta *(Mentha piperita L*, el llantén *(Plantago major*), y el horizonte *(Tetraglochin alatum*). Con respecto a los definidos como de marcada estacionalidad y disponibilidad esporádica podemos mencionar a el cohile *(Lardazavala bitermata),* la palta *(Persea americana),* la nalca *(Gunnera chilensis),* el *níspero (Eriobotrya japonica*), y la tuna *(Opuntia ficus-indica),* por citar algunos de ellos. Finalmente, para aquellos definidos como de estacionalidad y disponibilidad permanente, podemos mencionar, las hojas de nogal *(Junglans regia),* el tilo *(Tilia cf.Europeae L.),* la pilapila *(Modiola caroliniana),* la manzanilla *(Matricaria chamomilla*)y la mora *(Rubus ulmifolius).*

La condición de disponibilidad permanente de este último grupo se debe a que las diferentes familias han desarrollado diversas estrategias que les han permitido prolongar la disponibilidad de aquellos productos que presentan una marcada estacionalidad. Una de estas estrategias ha sido las múltiples técnicas de conservación como, el secado para el caso de las hojas y la elaboración de conservas para el caso de los frutos. Otras técnicas consisten en la aplicación de algunas prácticas de cultivos forzados en el traspatio de las casas, por lo que estas huertas representan la prolongación del ecosistema forestal contribuyendo, además, a la conservación de la biodiversidad. De esta manera, se obtienen productos fuera de temporada, que en ningún caso significan la intensificación de la producción, ya que la mayoría de ellos se obtiene de la recolección y reproducción natural de ellos.

En cuanto a la socialización de este conocimiento tradicional, la Figura 2 muestra claramente que existe poco intercambio entre las familias, respecto de los usos de los productos no tradicionales, ya que ninguna de las especies reportadas es conocida por la totalidad de las familias encuestadas. Lo que ocurre es que, por lo general, el conocimiento relativo a los atributos y propiedades de estas especies es intercambiado (socializado) entre grupos familiares en los que existe algún nexo o grado de amistad. No obstante, se produce un intercambio entre grupos cuyos lazos de afectividad son menores, aunque con una ocurrencia más baja.

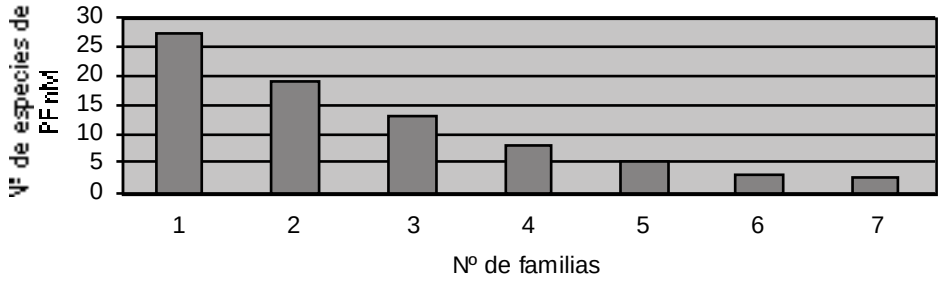


Figura 2. *Socialización del conocimiento tradicional del uso de los PFnM en la localidad de Armerillo*

Al agrupar las especies de acuerdo al número de familias que conocen su uso, sólo una de ellas –la ruda *(Ruta bracteosa)*– resulta ser la especie cuyos atributos son conocidos por un mayor número de familias. En cambio, un total de 26 especies eran sólo de conocimiento individual por parte de las familias sin que entre ellas, necesariamente, sean las mismas especies. Como ejemplo de lo anterior se pueden mencionar la pila-pila *(Modiola caroliniana)*, el bailahuén *(Haploppapus baylahuen*), el té burro *(Viviania marifolia)*, el culén *(Psorolea glandulosa)*, la perlilla *(Margyricarpus pinnatus*), entre otros.

De los resultados presentados en la figura 2 se desprende que del total de las familias encuestadas no hubo alguna que conociera el uso o propiedades de la totalidad de las especies reportadas.

Al consultar cual ha sido el mecanismo de asimilación de este conocimiento, el cien por cien de los encuestados manifestaron que fue a través de sus padres. Esto demuestra, claramente, que la principal agencia de socialización es la familia, donde la persona desde la niñez es capaz de conocer las formas de cultura en la que ha nacido. No ha cumplido el mismo rol la comunidad (relación entre pares) ni la escuela, como importantes agencias de socialización (GIDDENS, 1997), que permitirían el intercambio de conocimientos no sólo en los aspectos de interés de este estudio.

Esto se puede explicar, debido a que aún estaría en fase de construcción una cultura campesina local, ya que como lo hemos señalado en apartados anteriores este caserío no tiene más de 50 años. A esto hay que añadir que quiénes se establecieron en este lugar no necesariamente habrían cultivado un saber campesino de intercambio con la naturaleza (TOLEDO,1993), debido a sus orígenes vinculados al trabajo de obrero en ciudades y pueblos. Sí estaríamos en condiciones de referirnos a un saber popular que se ha venido construyendo lentamente y que sólo ha sido transmitido a través de una generación. Además, los procesos migratorios ocurridos en la localidad, podrían estar contribuyendo a la generación de un cuerpo de conocimiento que sobrepasa los límites naturales del sector. Sería la explicación sociocultural del por qué las encuestas entregaron información distinta de las señaladas por San Martín (1983), respecto de las especies y usos encontrados.

Corresponderá en una segunda etapa de investigación, considerar las formas de acción social colectiva que pudiesen expresarse a nivel local, ya que la naturaleza de tales formas de acción social requerirá estrategias diferentes para la utilización de recursos endógenos y su deseable articulación con nuevas tecnologías que permitan la adecuación de los saberes y diferentes formas de conocimiento (SEVILLA-GUZMÁN, 1992).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y conforme a los objetivos planteados, podemos concluir, en primer lugar, que las especies consideradas como PFnM que se utilizan en la localidad de Armerillo resultan ser de una diversidad mayor que las reportadas por los estudios de los técnicos y que, en algunos casos, el saber popular ha dado cuenta de usos que no habían sido reportados para las especies descritas para ese sector. De la misma manera, algunos usos y atributos de algunas especies eran desconocidas para la población encuestada.

En segundo lugar, alrededor del 50 % de los productos utilizados por la población de Armerillo presentan una estacionalidad marcada, sin embargo, para algunos casos se han desarrollado técnicas que posibilitan la disponibilidad total o parcial fuera de temporada.

En tercer lugar, el grado de socialización a nivel de familia es muy alto, sin embargo, no ocurre lo mismo a nivel de comunidad, lo que provoca un déficit de saber local compartido.

Finalmente, si se desea incorporar a los PFnM dentro de una estrategia de desarrollo rural endógeno, debe considerarse el potencial ecológico existente en la localidad, las estrategias desarrolladas por las familias y trabajar sobre la base de un conocimiento que está en permanente evolución.

BIBLIOGRAFÍA

CATALÁN, R. (2000). Productos Forestales no Madereros: una oportunidad para el desarrollo de las comunidades rurales y la conservación de los bosques templados. Bosque Nativo nº 24.

CONTRERAS, H. (1993). Conservación de la Naturaleza y sus Recursos Renovables. Conaf. Santiago-Chile, 752 p.

DONOSO, C. (1986). Ecología Forestal. Edit. Universitaria, Santiago-Chile, 484 p.

DONOSO, C.; LARA, A. (1998). Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Edit. Universitaria. Santiago-Chile, 421 p.

GAJARDO, R. (1993). La Vegetación Natural de Chile. Edit. Universitaria. Santiago-Chile, 165 p.

GARCÍA, M. (1995). La encuesta. En: El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. M. García Ferrando, J. Ibáñez y F. Alvira (compiladores). Madrid Alianza Editorial, pp. 123-152.

GIDDENS, A. (1997). Sociología. Edit. Alianza. Madrid, 864 p.

GUZMÁN, G. (2000). Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi-Prensa. España, 529 p.

LITTON, C. (1997). Antecedentes del fundo cordillera. Universidad Católica del Maule, 14 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) (1998). Productos Forestales no Madereros en Chile. Dirección de Productos Forestales. Roma, 65 p.

ORTÍ, A. (1995). La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta y la discusión de grupos,. En: El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. M. García Ferrando, J. Ibáñez y F. Alvira (compiladores). Madrid: Alianza Editorial, pp.171-204.

MUNICIPALIDAD DE SAN CLEMENTE (2000). Cuenta Pública.

PEREDO, S.; BARRERA, C. (2002). Desarrollo rural endógeno: condiciones para una transición agroecológica desde una experiencia de producción orgánica. En CUHSO (Cultura, Hombre y Sociedad). Centro de Estudios Socioculturales. Universidad Católica de Temuco. Chile (en imprenta).

PEREDO, S.; BARRERA, C. (2001). Biodiversidad cultural y ecológica: elementos para el desarrollo rural endógeno. II Feria de Biodiversidad Agrícola. Plataforma rural, Centro de Estudios Rurales y Agricultura Internacional, Valencia, España, septiembre 14-16.

SAN MARTÍN, J. (1983). Medicinal Plants in Central Chile. Economic Botany, 37(2): 216-227.

SAN MARTÍN, J.; DONOSO, C. (1996). Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En: Ecología de los Bosques Nativos de Chile. Armesto, J.; Villagrán, C. y Arroyo, M.K. (Eds.), 153-167 pp.

SEVILLA-GUZMÁN, E. (1992). Una propuesta de desarrollo rural endógeno para Andalucía. Estudios Regionales nº 31: 251-263.

TOLEDO, V.M. (1993). La Racionalidad Ecológica de la Producción Campesina. En: Ecología, Campesinado e Historia. E. Sevilla y M. González de Molina (Eds.), La Piqueta. Madrid, 197-218 pp.

Agricultura ecológica en México: oportunidades y limitantes para su desarrollo

JÜRGEN QUEITSCH KROKER

Unidad de Investigación en Agricultura Ecológica Campesina de la Universidad Autónoma Chapingo/México.
Miembro CYTED. Red Iberoamericana de Agricultura y Ganadería Sostenible.

RESUMEN

En comparación con los países desarrollados la agricultura ecológica en México nace en los años setenta impulsada por la demanda de mercados externos de productos tropicales.

Tanto en la producción como en la comercialización actúan representantes de asociaciones de productores, comercializadores y certificadoras extranjeras. Esto origina la escasa identificación de los productores con la agricultura ecológica y la oportunidad limitada de practicar la autogestión.

Además, la agricultura ecológica de exportación no proporciona impulsos para la agricultura ecológica orientada al mercado interno.

El estado ocupa un papel preponderante en la elaboración y actualización de normas y en la certificación para la agricultura ecológica con el efecto de la participación limitada de asociaciones de productores.

En el fomento de la producción y comercialización el estado proporciona muy pocos recursos.

Para el incremento de la producción agropecuaria para el mercado interno es indispensable la certificación interna en las asociaciones de productores y la transparencia en las relaciones entre productores y consumidores.

En comparación con los países desarrollados, en México la investigación agroecológica tiene todavía pocos nexos con los productores. Además, existe poca disposición para trabajar en equipos interdisciplinarios.

Otro limitante es la escasa vinculación entre productores y consumidores.

Sin embargo, existen factores que permiten el futuro desarrollo de la agricultura ecológica para el mercado interno como, la conciencia sobre la degradación de los recursos naturales en el campo, la creciente disposición en instituciones oficiales de dar vida a la sustentabilidad, la creciente conciencia de salud de los consumidores y la influencia de acuerdos en eventos ambientales internacionales.

La cooperación internacional en el desarrollo de la agricultura ecológica tiene que concentrarse en el incremento de las ciencias agroecológicas, en el intercambio de experiencias y en proyectos conjuntos de investigación y fomento.

Gran importancia tendrá el intercambio de jóvenes científicos, estudiantes y profesionistas.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura ecológica en los países desarrollados ha logrado un notable avance llegando a Austria y Suiza en casi el 10% de la superficie agrícola. Este desarrollo fue posible gracias al apoyo gubernamental a la producción agroecológica, pagando cuotas por hectárea de cultivo ecológico. El aumento de la conciencia ciudadana en relación a la salud y del ambiente influyeron en la creciente demanda de productos agroecológicos, así como la educación ambiental contribuyeron en el comportamiento del consumidor.

En los países latinoamericanos a su vez, el área de cultivos ecológicos no llega a 1% de la tierra agrícola, con excepción de Argentina con 1.65% (WILLER y YUSEFFI, 2000).

Si nos referimos al mercado interno de productos agroecológicos podemos constatar que aún no existe y son pocos los productores que llevan sus productos a mercados locales y donde no obtienen precios mayores que remuneren sus servicios ambientales.

La causa primordial por la cual no se ha logrado el desarrollo de la agricultura ecológica en México está en el predominio de estructuras institucionales ajenas al nivel del desarrollo de la producción agroecológica y en la insuficiente educación ambiental de los ciudadanos.

A continuación analizaremos más detalladamente las causas del lento desarrollo de la agricultura ecológica en México.

EL DESARROLLO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN PAÍSES DESARROLLADOS Y EN MÉXICO

Según las investigaciones más recientes, la agricultura ecológica en Europa nace a finales del siglo XIX, con el movimiento denominado «Reforma de vida» donde personas de distintos estratos sociales se organizaron para vivir en el entomo rural, cultivando parcelas de hortalizas para el autoabastecimiento, viviendo en el entomo natural y fomentando la cultura rural.

Lo característico de este movimiento es el conflicto con la forma dominante de vida en el entorno industrial y urbano. En esta circunstancia los miembros de la «Reforma de Vida» se vinculan con personalidades ilustres que los orienten en su acción productiva, social y ayudándolos en la respectiva organización.

En los años veinte aparece la agricultura natural orientada por Ewald Könnemann y la agricultura biológica-dinámica (antroposófica) diseñada por Rudolf Steiner. En los años cuarenta Hans Müller y Hans Rusch desarrollaron la agricultura biológica intensiva.

En todos estos casos los afiliados organizaban la capacitación, la asistencia técnica, la verificación de la producción, la comercialización y establecían firmes vínculos con los consumidores a base de transparencia y confianza.

Asimismo, las asociaciones de productores fomentaban el intercambio de experiencias entre sus miembros editando revistas y folletos de información.

Los productores agroecológicos participaban activamente en las diferentes áreas de función de su asociación, donde ellos aprendían el instrumentario de autogestión y podían identificarse con la filosofía de la agricultura ecológica. Con las instituciones oficiales no existió ningún nexo (VOGT, 2000).

Así funcionó la agricultura ecológica durante más de 70 años y en cuanto la producción agroecológica alcanzó dimensiones mayores, donde se pierde el vínculo directo con los consumidores, la función de la certificación es trasladada a instituciones independientes.

En México nace la primera unidad agroecológica en 1928 en la Finca Irlanda, cuyo dueño participó en el curso de Steiner sobre agricultura en 1924 (QUEITSCH, 1995).

Sin embargo, esta experiencia no tuvo un impacto en el desarrollo de la agricultura ecológica en el país.

En los años setenta en México entran en acción asociaciones de productores agroecológicos de Europa y promueven la producción de café orgánico para la exportación. Es entonces la demanda de mercados externos que dio el impulso a la producción agroecológica y no la iniciativa local o regional de productores agropecuarios y como tal el motivo de la transición a la agricultura ecológica, es económica, es decir, el mayor ingreso en mercados externos y no en primer instancia la preocupación por los recursos naturales de los productores. Esto explica también la fragilidad de la producción orgánica en situaciones donde no se cumplen las expectativas económicas.

En diferencia con la experiencia europea, la producción agroecológica no cuenta con líderes, no tiene unión con instituciones científicas y no dispone del entorno social y organizativo de identificación con la agricultura ecológica y de la práctica autogestionaria.

El predominio de la agricultura ecológica orientada a la exportación causa el descuido del mercado interno de productos agroecológicos por parte de los productores, consumidores y de la sociedad entera y provoca además prejuicios frente al consumo de productos ecológicos en el contexto de los precios, de la seguridad alimentaria y de su viabilidad.

EL PAPEL DEL ESTADO EN EL FOMENTO DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

Hasta los años ochenta en los países desarrollados el estado no intervino en la agricultura ecológica y todas las actividades de capacitación, asistencia técnica, certificación, comercialización y mercadotecnia las realizaron las propias asociaciones de productores agroecológicos. La situación cambia cuando instituciones estatales entran en la política de fomento de la agricultura ecológica pagando cuotas fijas por hectárea de cultivo, organizando ferias agroecológicas y asumiendo responsabilidad en la educación ambiental. Esta actitud estatal no choca con las asociaciones de productores agroecológicos. Al contratrio, se logra su integración en una acción social más amplia garantizando la independencia de las asociaciones agroecológicas.

En México en las instituciones oficiales ya se habla de la necesidad de fomentar la agricultura ecológica, sin embargo, en la práctica son pocos los resultados.

Las actividades principales de instituciones estatales se limitan en la elaboración o actualización de normas nacionales de la agricultura ecológica en las cuales colaboran científicos, representantes de ONG's e instituciones de certificación.

En este proceso se necesitan los productores agroecológicos y el resultado es que estas normas no son reconocidas por ellos. Además, a los productores se les quita responsabilidades muy importantes en el contexto de la identificación con la filosofía de la agricultura ecológica. Lo que falta en la política de fomento de la agricultura ecológica es la asignación de recursos para el desarrollo de la producción, la comercialización, la investigación y divulgación del concepto de la agricultura ecológica.

Aunado a esta problemática, en las instituciones oficiales están pocos especialistas en agricultura ecológica y todavía predominan los prejuicios entre los funcionarios argumentando que la agricultura ecológica causa la reducción de rendimiento y peligra la seguridad alimentaria.

CERTIFICACIÓN

Como ya comentamos anteriormente, las asociaciones de productores agroecológicos en los países desarrollados realizaron durante más de 70 años la inspección y certificación de la producción.

En México, los productores agroecológicos jamás ejecutaron esta función y con la imposición de certificadoras extranjeras y sus representantes nacionales los productores los sienten como actores ajenos y además, se quejan de los altos costos de certificación.

Por otra parte en el país existen casos de unidades productivas agroecológicas que surten con sus productos un mercado exclusivo sin certificación, basado en la transparencia de la producción y la confianza entre productores y consumidores.

Para que los productores agroecológicos acepten la inspección y verificación de la producción como un elemento indispensable tienen que asociarse y organizar esta función en forma colectiva.

Con esta medida repetirán procesos históricos realizados en países desarrollados. Es evidente que este tipo de certificación se aplique para el mercado interno.

En el caso de la exportación es lógico que los mercados externos definan las normas de la producción, transformación, transporte y comercialización.

INVESTIGACIÓN AGROECOLÓGICA

En el caso de los países desarrollados desde el inicio de las diferentes formas de producción agroecológica el proceso productivo estaba acompañado con la investigación y el aporte científico, ya que es un elemento esencial en el desarrollo de la agricultura ecológica.

En cuanto en México inicia la agricultura ecológica las ciencias agropecuarias no participaron con este proceso. Hasta los finales de los años ochenta los primeros científicos comenzaron a familiarizarse con la idea de la agricultura ecológica y en Chapingo iniciaron la primera carrera en agroecología preparando ingenieros agroecólogos para el sector público, ONG's y asociaciones de productores.

Independientemente de estos avances falta mucho aún, hasta que las ciencias agropecuarias en México sean pilares del desarrollo agroecológico en el país.

Todavía nos enfrentamos con la problemática de la investigación preferencial de elementos tecnológicos y descuidando los aspectos sociales de la agricultura ecológica como la organización de los productores, la comercialización, la economía de unidades productivas y la necesaria aportación del sector público en el desarrollo de la agricultura ecológica.

Otro problema que enfrentamos es la insuficiente disposición de los científicos de incorporarse en equipos interdisciplinarios de investigación y esto trae como consecuencia la confusión entre los conceptos.

Algunos científicos no distinguen entre la agricultura integrada y la agricultura ecológica y consideran la agricultura orgánica como sustituto de insumos sintéticos por insumos naturales. En última instancia son los productores y consumidores que no se ubican entre los diferentes términos y no saben donde recibir las respectivas orientaciones.

Este problema está unido con la separación entre ciencia y práctica agropecuaria. Se podría trabajar con los productores, en cambio algunos científicos prefieren los campos de ex-

perimentación en centros de investigación y universidades temiendo el compromiso con la práctica.

RELACIÓN PRODUCTORES Y CONSUMIDORES

Las experiencias europeas nos indican que desde muy temprano existía el estrecho contacto entre productores y consumidores y fueron los consumidores que demandaron productos sanos y de alta calidad nutritiva, dando así un importante impulso a la producción.

Además, la preferencia de la venta directa de los productos desde el rancho redujo notablemente los costos de transacción y a la vez, el consumidor pudo convencerse de las prácticas limpias en las unidades productivas.

En México esta relación entre productores y consumidores casi no existe.

Contamos con algunas experiencias de productores agroecológicos que entregan sus productos a hogares de alto ingreso y por lo tanto, obtienen ingresos lucrativos. Pero estos casos no tienen un efecto multiplicador, al contrario, nutren el supuesto de que los productos agroecológicos tienen costos elevados y la agricultura ecológica para el mercado intemo no es viable.

Por otra parte, en nuestros estudios de mercado sobre el potencial de la demanda de productos agroecológicos nos enteramos que existe la disposición de consumidores de sustituir los alimentos convencionales con ecológicos siempre y cuando los precios sean accesibles y que exista continuidad en el suministro del mercado (QUEITSCH y DROMUNDO, 1998).

Si vemos las características del desarrollo de la agricultura ecológica en México podemos constatar que los obstáculos para el desarrollo de la agricultura ecológica son tanto de origen interno, como externo y el reto es superarlos. Asimismo podemos confirmar fenómenos que pueden facilitar el desarrollo de la agricultura ecológica de los cuales comentaremos algunos a continuación:

1. Hoy en día el término sustentabilidad es usado tanto por funcionarios, como científicos y ciudadanos. Por lo tanto, es la tarea de los científicos brindar aportes que aclaren los conceptos y ofrezcan soluciones a los problemas de la agricultura convencional.
2. La degradación de los recursos naturales en el campo mexicano alcanza niveles preocupantes y son amplios los sectores populares que demandan un cambio en la política y en la actitud de los ciudadanos a favor del ambiente. El conflicto ambiental es evidente y lo que falta es el factor subjetivo que pueda conducir a la sociedad hacia el cambio.
3. Los productores agropecuarios están conscientes de que los suelos ya no son tan productivos como antes y esto a consecuencia del uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos y agroquímicos. Además la situación económica en el campo impide cada vez más que los productores adquieran insumos externos.
4. En México crece la conciencia de salud en la población. Este hecho es un elemento importante para crear la demanda de productos agroecológicos en el mercado interno.
5. Están cada vez más los científicos que buscan a los productores para trabajar juntos en el cultivo ecológico.
6. En varias instancias académicas del país se está fomentando la capacitación de científicos, profesionistas, integrantes de ONG's y funcionarios de instituciones oficiales en diferentes temas de la agricultura ecológica. A consecuencia de los respectivos cursos resultan aso-

ciaciones de especialistas formales e informales que tratan de profundizar sus conocimientos e impulsar la producción agroecológica en diferentes regiones del país.

7. En los diferentes foros internacionales sobre el desarrollo sustentable México ha manifestado su disposición de aplicar las recomendaciones en su país. Esto permite a los representantes sociales preocupados por el ambiente presionar desde abajo para que el gobierno cumpla con sus compromisos internacionales y el efecto es por lo menos que todas las instancias oficiales y partidos políticos toquen en sus labores la problemática ambiental. En este entorno los científicos comprometidos con la agricultura ecológica puedan fungir como asesores.

Tomando en cuenta los factores a favor de la agricultura ecológica resulta la tarea de la movilización de los recursos humanos y materiales dentro de nuestro país, dando énfasis al desarrollo de la agricultura ecológica para el mercado interno. Esta orientación tiene su lógica en la necesidad de proteger los recursos naturales en el entorno rural. Además, los consumidores mexicanos tienen el mismo derecho de consumir productos ecológicos para proteger su salud como los consumidores en los países desarrollados.

También tenemos que tomar en cuenta que el mercado de exportación no es infinito y está creciendo la competencia entre los exportadores de productos tropicales de diferentes continentes.

Finalmente quisiéramos expresar nuestra posición con respecto a la cooperación internacional sobre la agricultura ecológica.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

En los últimos años notamos mayores solicitudes desde Europa y Estados Unidos de adquirir áreas de cultivo para productos ecológicos y su exportación al primer mundo. En nuestra opinión, esta forma de expansión de la agricultura ecológica por un lado aporta en el crecimiento de la tierra agrícola en cultivo ecológico, por otro lado excluye a los productores del campo de un proceso de transición. No es más que una nueva forma de la agricultura de contrato donde mandan los integradores y donde se benefician los consumidores del primer mundo. En última instancia, estas actitudes chocan con los criterios sociales de la agricultura ecológica (QUEITSCH, 2001).

Una fértil cooperación internacional a favor de la agricultura ecológica vemos en el llamado Proyecto Revolso, (Recuperación de Suelos Volcánicos Deteriorados, siglas en inglés) que realizamos conjuntamente con científicos de Alemania, Suiza, Italia, Francia, España, México y Chile. El objetivo de este proyecto es el estudio sobre en cuánto tiempo se puede recuperar suelos volcánicos completamente erosionados bajo condiciones de cultivo convencional y ecológico. En el componente social trabajamos con los productores para que transformen sus costumbres de producción en ecológicos para proteger el suelo en forma perdurable.

En esta labor las experiencias de diferentes países son fundamentales para presentar una solución a las comunidades campesinas.

En el nivel iberoamericano iniciamos una fructífera cooperación vinculada con la Red Iberoamericana de Agricultura y Ganadería Sostenibles donde desarrollamos actividades conjuntas en investigación, capacitación y divulgación beneficiando así a la comunidad científica de los países miembros y en la última instancia a la producción agroecológica.

Esta forma de cooperación permite la participación igualitaria de científicos de todos los países integrantes, fomenta las iniciativas nacionales y permite la colaboración bilateral.

El buen comienzo y los primeros resultados alentadores tienen que llevamos al próximo nivel de cooperación donde logremos la participación de estudiantes, jóvenes científicos y jóvenes profesionistas en los proyectos, donde creamos condiciones para prácticas en asociaciones de productores agroecológicos de diferentes países.

Una excelente oportunidad nos brindó el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica de Galicia que recibió a dos estudiantes de agroecología de la Universidad Autónoma de Chapingo para realizar una práctica de tres meses. El resultado es impresionante, ambos estudiantes regresaron con nuevas experiencias y motivadísimos para fomentar la agricultura ecológica en México.

En el futuro también contaremos con un programa de intercambio estudiantil con la Universidad Europea en el plano de la agricultura ecológica.

BIBLIOGRAFÍA

WILLER, H.; YUSSEFI, M. (2000). Agricultura ecológica en el mundo, SÖL, ed. especial No. 74, Bad Dürkheim, en alemán e inglés.

VOGT, G. (2000). Origen y desarrollo de la agricultura ecológica, SÖL, Conceptos ecológicos No. 99, Bad Dürkheim, en alemán.

QUEITSCH, J. (1995). Estudios de campo en México, inéditos.

QUEITSCH, J.; DROMUNDO, G. (1998). Mercado interno de productos agroecológicos. Su importancia y necesario desarrollo.

Boletín cuadernos agroecológicos No. 1, Chapingo, México.

QUEITSCH, J. (2001). Estudios de campo en México, inéditos.

Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo agrícola regional en México. Una propuesta metodológica

PABLO TORRES LIMA, LUIS RODRÍGUEZ SÁNCHEZ Y OSCAR SÁNCHEZ JERÓNIMO[1]

[1] Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco. Distrito Federal, México.

RESUMEN

En este trabajo se expone una propuesta metodológica para evaluar la sustentabilidad de la agricultura a partir del desarrollo regional. Se parte de la premisa que dentro de los contextos regionales, es especialmente urgente integrar el concepto de sustentabilidad en el proceso de diseño, adopción y difusión de los sistemas productivos y en las estrategias de manejo de los recursos naturales. Para ello, se requiere el desarrollo de metodologías de evaluación que muestren explícitamente las ventajas y desventajas ambientales, sociales, económicas y culturales de las diferentes estrategias y sistemas de manejo, integrándolas en un marco de análisis común.

A partir de llevar a cabo diversas experiencias de investigación en México desde 1997, se establece que la evaluación la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios no presenta un solo enfoque, sino una multiplicidad de abordajes metodológicos relacionados con las diferentes escalas donde se pretende ubicar el análisis propio de la sustentabilidad. Sin embargo, la particularidad del conjunto de indicadores utilizados en cada metodología consiste en realizar un análisis holístico del estado del medio ambiente y las funciones ecológicas, así como el impacto y las consecuencias del desarrollo humano sobre los recursos bases de los sistemas agropecuarios.

De igual manera, se puede comprender que no existe una grupo de indicadores universales, sino que éstos deben ser seleccionados de acuerdo con el objetivo la de evaluación, el modelo de sustentabilidad propuesto y la consideración, tanto los aspectos de tipo logístico (costos, tiempos, accesibilidad) como la calidad de la información. En este sentido los diferentes marcos metodológicos ofrecen una amplitud de estrategias para jerarquizar y relacionar los conceptos e indicadores previamente establecidos al momento de su evaluación.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad constituye un paradigma complejo cuya formulación es escenario de discusión entre diferentes ideales y valores acerca de la ecología, economía, sociedad y política. Una virtud del concepto de sustentabilidad consiste en colocar en un mismo plano el medio ambiente y del desarrollo socioeconómico como integrantes de una misma realidad (TORRES LI-

MA y CRUZ, 1999). La sustentabilidad radica no sólo en tecnología, inversión financiera o conocimiento y prácticas ecológicas, sino también y fundamentalmente en un cambio ético y filosófico respecto a nuestra necesidad y responsabilidad hacia la conservación de la diversidad de las especies, culturas, sociedades y medio ambientes. Es decir, la discusión de la sustentabilidad implica la crisis de relaciones sociales entre los seres humanos (FOLADORI, 2001) y no puede resultar de la extrapolación de los procesos naturales y sociales generados por la racionalidad económica e instrumental dominante sino es resultado de la construcción social de una racionalidad ambiental (LEFF, 2001).

Entre las visiones de sustentabilidad subyacen dos grandes tendencias. Por un lado, aquella que ubica el concepto de «sostener» como el mantener inter e intrageneracionalmente los recursos base (expresados en los flujos de materia, energía e información). En este sentido, es tan importante sostener una sociedad humana global con sus diferencias culturales e históricas, como aquel espacio natural con su gran diversidad biológica donde ésta coexiste. Es decir, el desarrollo de los sistemas agropecuarios debe basarse tanto en una distribución equitativa de los flujos de energía, materia e información en términos presentes como futuros. Por ello, la sustentabilidad en este enfoque se entiende como un conjunto dinámico de modelos interrelacionados, similares pero no iguales en escalas y tiempos, cuyo objetivo común consiste en la modificación de un proceso económico y social para que la relación del ser humano con la naturaleza pueda ajustarse a demandas más modestas de la humanidad.

Por otro lado, existe aquel enfoque de la sustentabilidad que concibe el sostener, como la utilización del recurso sin reducir el stock físico, es decir, sostener los recursos intergeneracionalmente para seguir produciendo capital. «Sostener» significa entonces, mantener el modelo de producción y consumo dominante actual en el futuro. En esta perspectiva, la sustentabilidad se reconoce al proceso de conservar los recursos naturales (agua, suelo, petróleo, aire, etc.), a través de su sustitución directa por capital, ya sea como tecnologías, mercancías alternativas o servicios ambientales de compensación extrarregionales, sin cuestionar a fondo el modelo de distribución, consumo y acumulación que representa la actual economía de mercado y considerando las diferencias histórico culturales de los pueblos en un segundo plano.

Sin embargo, la propia complejidad de la sustentabilidad forzosamente implica la modificación del sistema económico, caracterizado por el consumo y la producción de artículos innecesarios para unos pocos, hacia una producción y consumo de artículos básicos que satisfagan los requerimientos y necesidades de todos (CALDERÓN, 1996). Por lo tanto, el punto crítico en la evaluación de la sustentabilidad dentro de cualquier sistema reside fundamentalmente en la relación que se establece entre producción y consumo desde un ámbito espacial y temporal definidos, es decir, bajo un contexto regional e histórico prospectivo. Particularmente, se ha destacado que los problemas del desarrollo sustentable y sus soluciones son visibles desde la perspectiva del desarrollo regional (AGUILAR, 2002).

Dentro de los contextos regionales, es especialmente urgente integrar el concepto de sustentabilidad en el proceso de diseño, adopción y difusión de los sistemas productivos y en las estrategias de manejo de los recursos naturales. Para ello, se requiere el desarrollo de metodologías de evaluación que muestren explícitamente las ventajas y desventajas ambientales, sociales, económicas y culturales de las diferentes estrategias y sistemas de manejo, integrándolas en un marco de análisis común. Esta tarea es particularmente pertinente en México, país que cuenta con un enorme potencial natural y económico y con una amplia diversidad sociocultural, pero en el que, paradójicamente, la adopción de modelos de desarrollo económico y tecnológico cen-

trados en maximizar la productividad y rentabilidad de corto plazo ha conducido a una severa crisis socioambiental expresada sobretodo en términos regionales (MASERA y col., 2000). Por ejemplo, en el desarrollo de metodologías que cuantifiquen y evalúen la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, a través de consideraciones teórico-conceptuales, experimentación y representación de modelos, se propone buscar la colaboración de instituciones y organizaciones especializadas para estudio de los cambios en la producción agrícola y animal y del impacto ambiental mediante la compilación de datos primarios para caracterizar agroecológica y socioeconómicamente los sistemas regionales y nacionales (FAO, 1991).

A pesar de que en la definición de sustentabilidad y desarrollo sustentable existen conceptos operacionales aún problemáticos para su aplicación (CRABTREE y BAYFIELD, 1998), el uso de indicadores a nivel nacional, regional y local, como herramientas que quantifican cambios, identifican procesos y proveen de un marco para la definición de metas y seguimiento de desarrollo, cada día incrementan su potencial en la toma de decisiones (WALZ, 2000). En los procesos de cuantificar y calificar la sustentabilidad también existen esfuerzos a nivel comunidad que deben ser considerados en la toma de decisiones para lograr el desarrollo sustentable intergeneracional y que implican el reconocimiento de la percepción, participación y acción de la gente local en proyectos productivos, culturales, sociales, educativos, y de salud a nivel regional (FARELL y HART, 1998: DE CAMINO y MULLER, 1993). El objetivo de este trabajo consiste en presentar, mediante la discusión de los principales enfoques metodológicos e indicadores para evaluar la sustentabilidad, una propuesta metodológica que atiende las principales condicionantes para evaluar la sustentabilidad del desarrollo regional haciendo énfasis en los sistemas productivos agropecuarios.

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

Recientes esfuerzos han sido realizados en torno a la definición de las metas del desarrollo sustentable en conjunto con la selección de sus indicadores. Estos indicadores han sido utilizados como medios para proveer guías de acción para la toma de decisión de políticas y para rastrear el nivel del desarrollo regional. El reflejar las metas de sustentabilidad que una sociedad puede formular mediante sus unidades de producción implica reconocer que esta sustentabilidad en ningún momento es estática sino involucra tanto el mejoramiento del conocimiento del estado actual del medio regional como de las metas a establecer para las futuras generaciones (CALLENS y TYTECA, 1999). Como parte de un estudio regional en Canadá, se propusieron cinco grandes categorías para agrupar las metas del desarrollo sustentable, las cuales fueron identificadas por la propia comunidad involucrada. Esta son: a) Mantener la integridad y diversidad del ecosistema; b) Cumplir con las necesidades básicas humanas para el desarrollo social y económico; c) Mantener la distribución (opciones) intergeneracional; d) Mejorar la distribución (derechos) intrageneracional; y f) Mejorar la participación en la toma de decisiones de las comunidades locales (GUSTAVSON y col., 1999).

Para poder evaluar y monitorear la sustentabilidad, en una primera instancia, se deben distinguir los diferentes niveles espaciales y temporales donde se imbrican sus distintos ámbitos de análisis. Si bien se puede considerar a los procesos de sustentabilidad dentro de espacios nacionales, estos mantienen su sustento y expresión en dinámicas locales y regionales. De esta forma, un primer paso en la generación de modelos de evaluación y monitoreo de la sustentabili-

dad debe ser justamente la determinación del nivel espacial desde el cual se abordará, así como la definición del patrón de sustentabilidad que se quiere alcanzar y el tiempo durante el cual se desea mantener, lo cual en su conjunto significa referir el tipo e intensidad de los procesos productivos y el aprovechamiento de los recursos naturales que los sustentan y el tipo de desarrollo de las relaciones económicas y sociales en que la sociedad se encuentra. Esta determinación espacial y definición del patrón de sustentabilidad supone un encuentro y ejercicio democrático entre los actores que evaluarán y los que serán evaluados donde se fijen las características del paradigma de sustentabilidad a cubrir. Es decir, se debe especificar la idea-meta, los tiempos, jerarquías y guías-acción que definirán el curso de la sustentabilidad.

Cabe mencionar que las metodologías para la evaluación difieren de acuerdo al nivel de análisis y que si bien los trabajos metodológicos sobre contextos nacionales o multinacionales están más desarrollados, como el modelo de Presión-Estado-Respuesta de la OECD (1998), las experiencias en ámbitos microrregionales todavía no resultan del todo desarrolladas, sobre todo en América Latina (CIAT-UNEP, 1995). Esta laguna obedece más a factores de tipo informacional y de costos que a aspectos puramente metodológicos, pues al menos en el caso de México, la información disponible por municipios es poco actualizada y en varias ocasiones con importantes imprecisiones sobre la metodología empleada para su obtención. Sin embargo, existen esfuerzos que comienzan a perfilar una idea de la sustentabilidad.

Particularmente, la delimitación, estudio y análisis de la sustentabilidad de los procesos productivos ocurre dentro de escalas temporales y espaciales. Numerosos autores consideran que la unidad espacial básica de análisis es la unidad de producción agropecuaria o forestal. Otros, consideran un arreglo jerárquico que va de la parcela, pasando por la unidad de producción y llegando hasta la región o el nivel nacional; lo cierto es que estas diferencias en las escalas poseen implicaciones significativos para la consideración de los atributos de los procesos productivos y agroecosistemas que deben ser estudiados o descritos (WALL y col., 1995). A partir del nivel de abordaje de la realidad como de la forma en que se integran y analizan los sus componentes se pueden establecer diferentes marcos metodológicos a partir de los cuales se puede valorar la propia sustentabilidad. Básicamente, se pueden distinguir cuatro grandes tipos de marcos metodológicos:

a) Los orientados hacia el análisis macroregional que tienden a la formulación de políticas de manejo. Este es el caso de la mayor parte de situaciones donde se utiliza la metodología de Presión-Estado-Respuesta.
b) Los enfocados a la evaluación de sistemas de manejo (unidades de producción).
c) Los que tratan de combinar los dos anteriores niveles.

Aunque cada marco posee sus particularidades, todos parten del enfoque de sistemas y poseen un esqueleto metodológico similar, el cual contiene alguno de los siguientes elementos:1) Generar una visión de la sustentabilidad, es decir, establecer un marco paradigmático que oriente el modelo de evaluación; 2) Jerarquización de criterios empleados de acuerdo con los objetivos del proyecto de sustentabilidad a evaluar; 3) Establecimiento de definiciones consensadas para cada criterio; 4) Delimitación de las fronteras del sistema; 5) Definición de indicadores, tanto aquellos que se medirán directa como aquellos que se medirán indirectamente; 6) Establecimiento de una metodología de medición para cada indicador; 7) Establecimiento de las unidades en las que serán medidos los indicadores, escalas nominales, ordinales e intervalos; 8) Es-

tandarización que asigne valores de apreciación a los datos obtenidos, a través de una regla de transformación; y 10) Síntesis de los valores de apreciación mediante su comparación para los diferentes criterios empleados (BOSSHARD, 2000).

Como parte de este modelo, se implica un proceso de normalización de los valores de apreciación, además la jerarquización de cada criterio de acuerdo con el contexto del proyecto analizado. En este caso las técnicas de los sistemas de información geográfica y el modelado de escenarios a partir de programas computacionales, proporcionan nuevas perspectivas para dar soporte a los procesos de balanceo y optimización del sistema y a la minimización de los conflictos sociales.

En el caso del ámbito agropecuario, la evaluación de su sustentabilidad corresponde a ciertos atributos incluidos en su propia definición. La sustentabilidad en los sistemas agropecuarios se puede definir como aquella que, a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y de los recursos base, sobre los cuales estos sistemas dependen y satisfacen de alimentos y productos a las necesidades humanas, mantienen su viabilidad económica y promueven la calidad de vida de los productores y la sociedad en su conjunto (Stockle y col., 1994).

MODELOS METODOLÓGICOS PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD

Modelos metodológicos a nivel de región

El principal marco metodológico de análisis de la sustentabilidad a nivel región consiste en el modelo de Presión-Estado-Respuesta (OECD,1998), el cual se basa en el establecimiento de variables que permiten medir hasta qué punto el sistema regional se ha visto afectado o no en su sustentabilidad. Las variables asociadas con la presión sobre el medio ambiente generalmente son la población, el desarrollo socioeconómico y el uso de recursos energéticos. Esto a su vez se traduce en un estado del ambiente cuyo impacto puede ser caracterizado por variables como los ecosistemas, el uso de la tierra, bosques y pastizales o diversidad biológica. Las variables de respuesta corresponden a las acciones generadas por la sociedad, tales como la información y participación, los convenios y las leyes. En la medida en que tanto los problemas como las oportunidades y soluciones surgen de la evolución del uso de tierras y de los recursos naturales, cualquier proyección que resulte de la aplicación de este modelo deberá ser vista a la luz de diferentes escenarios.

Dentro de este marco metodológico, se realiza una jerarquización de los diferentes conceptos hasta llegar a los indicadores. En primer término se obtienen las variables (presión, estado y respuesta), que a su vez están compuestas de diferentes elementos cuya relevancia debe establecerse en función de su significado para la sustentabilidad. A su vez, cada elemento tiene algunas características significativas o descriptores para la sustentabilidad. Por último, para cada descriptor seleccionado se debe definir uno o varios indicadores como medida del efecto sobre el sistema. Además, para poder comprender el significado de algunos indicadores se requieren ciertos datos estadísticos que aporten información adicional sobre el efecto de las variables y los elementos sobre el sistema (WINOGRAD y col., 1998)). Por ejemplo, en algunas aplicaciones metodológicas específicas se agrega una categoría de indicadores de impacto cuya función es señalar las consecuencias o efectos del uso de las tierras sobre los ecosistemas.

El análisis e integración de indicadores bajo este marco se hace mediante la combinación de indicadores de impacto (por ejemplo, tasa de degradación) y de respuesta (rendimiento agrícola potencial), lo cual puede proporcionar importante información en el ámbito regional sobre las prioridades de investigación y desarrollo para el uso de las tierras. La combinación de un indicador de cada categoría, como por ejemplo presión (índice de accesibilidad), estado (superficies en uso), impacto (fragmentación de los bosques) y respuesta (áreas protegidas), proporciona una visión general sobre la dinámica del uso de las tierras y los ecosistemas. Este análisis en el ámbito regional permite visualizar, por ejemplo, aquellas zonas donde sería necesario orientar las acciones que se están llevando a cabo hacia nuevas actividades productivas o a la intensificación del uso de las tierras de manera que permitan que otras zonas puedan ser protegidas.

Modelos metodológicos a nivel de la unidades de producción

Uno de los principales marcos metodológicos para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas agropecuarios y de manejo de recursos naturales a escala local (comunidad, granja, parcela) es el MESMIS, el cual se sustenta en las siguientes premisas (MASERA y col., 2000):

1. El concepto de sustentabilidad se define a partir de siete atributos generales de los agroecosistemas: productividad, estabilidad, confiabilidad, resilencia, adaptabilidad, equidad y autodependencia.
2. La evaluación de la sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solo para un sistema de manejo específico, bajo un determinado contexto social y político; una escala espacial (parcela, unidad de producción y comunidad) previamente determinada y una escala temporal también previamente determinada.
3. La evaluación de la sustentabilidad es una actividad participativa que requiere una perspectiva y un equipo interdisciplinario e intercultural.
4. La sustentabilidad debe evaluarse de manera comparativa o relativa: es decir, se debe comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (comparación longitudinal) o comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (comparación transversal).

A grandes rasgos los pasos del MESMIS son los siguientes: 1) *Determinación del objeto de evaluación;* 2) *Determinación de los puntos críticos;* 3) *Selección de criterios de diagnóstico e indicadores;*. 4) *Medición y monitoreo de los indicadores;* 5) *Integración de resultados;* 6) *Conclusiones y recomendaciones sobre los sistemas de manejo*.

UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

Como parte de un antecedente, en la evaluación del manejo sustentable de tierras, se había considerado la descripción simple de la existencia o no de la sustentabilidad a partir de cinco grupos básicos de indicadores: productividad, que se refiere como el mantenimiento o la permanencia de la producción y los servicios; la seguridad, que implica la reducción de los riesgos

en la producción; la protección, que se concibe como la protección de los recursos naturales y la prevención de la degradación de suelo y agua; la viabilidad económica; y la aceptabilidad social. Para cada uno de estos atributos se emplean factores de evaluación, criterios de diagnóstico e indicadores para valorar la sustentabilidad.. Los usos de la tierra son clasificados en clases de acuerdo con el período de sustentabilidad. Dicho enfoque permitía establecer clasificaciones en el uso de la tierra, basados en el grado de sustentabilidad que puede alcanzar en el futuro de acuerdo a ciertos límites. Bajo esta perspectiva, la sustentabilidad se estudia básicamente sobre sitios específicos de análisis dentro de pequeñas áreas donde los factores biofísicos, económicos y sociales se consideran más o menos uniformes

A diferencia de los postulados anteriores, una metodología para evaluar la sustentabilidad de la agricultura a nivel regional, como parte de la planeación, tiene el propósito de identificar aquellas dimensiones o escalas de los sistemas agrícolas que necesitan atención a diferencia de clasificar el uso de las tierras como sustentable o insustentable. Este marco metodológico intenta integrar los factores biofísicos, económicos y sociales del ambiente, a la vez que las diferentes escalas donde estos se desempeñan, utilizando medidas de aproximación donde se identifique los límites de la sustentabilidad dentro de los sistemas agrícolas (SMITH y MCDONALD, 1998). En este sentido, se maneja en primer término como unidad de análisis a la parcela, donde la sustentabilidad involucra el mantenimiento de la productividad de la tierra como recurso base. En este nivel los factores que influencian la sustentabilidad agrícola son básicamente las pérdidas de suelo, las plagas y enfermedades y el manejo de los insumos.

El siguiente nivel es la unidad de producción, la cual constituye la unidad económica básica en la jerarquía de los sistemas agrícolas. La siguiente escala es la cuenca, formada por un conjunto de unidades de producción agropecuarias y de otros usos; en este nivel la agricultura requiere tanto de materiales como de servicios del ambiente, por ejemplo la purificación y el reciclamiento del aire y del agua. Estas funciones son mantenidas por la diversidad de ecosistemas manipulados o no manipulados por el hombre dentro de la región. Los indicadores en este nivel pueden ser la biodiversidad, la conectividad del hábitat y el drenaje natural, entre otros.

El último nivel de análisis es la región, la nación y la escala internacional, donde se ubican las grandes limitaciones macroeconómicas. Aquí la mayor parte de los factores que influyen en la sustentabilidad de la agricultura son de tipo socioeconómico e incluyen indicadores que miden la tecnología y los recursos disponibles para la producción de alimentos y para la protección ambiental, la presencia o ausencia de mecanismos apropiados de control en el uso del suelo .o la contribución de la agricultura al ingreso o al empleo regional y nacional.

Para este caso la disponibilidad de la información y la percepción de los problemas ambientales actuales o potenciales en el lugar determinará la selección de indicadores específicos para cada uno de los niveles. Una vez creado el sistema de monitoreo, este será alimentado a través de una base de datos, de un cuerpo de conocimientos y de la descripción del uso de la tierra. La base de datos contiene los recursos de la tierra o bien los datos socioeconómicos. La descripción de uso de la tierra provee el contexto en el cual la valoración de la sustentabilidad será realizada. Esto implica proveer información significativa sobre la naturaleza de los usos de la tierra, principalmente en las prácticas de manejo. Una descripción del uso de la tierra contiene los objetivos de uso y la información más relevante de estos usos; a) qué bienes y servicios son producidos por ese uso de la tierra, b) la localización geográfica, su posición dentro del paisaje, c) la tenencia de la tierra, el uso alrededor de estas tierras, d)la historia y las expectativas a futuro

para la duración de los diferentes usos, y e) los objetivos y condiciones de ese uso, tales como la intensidad de capital, tecnología empleada, medidas de conservación, etc.

Dentro de este marco se puede generar una matriz donde se relacionen los tipos de manejo de la tierra y los sistemas de producción, en cada una de las diferentes escalas. Considerando el peso que puede tener para la sustentabilidad cada uno de los indicadores, así como los límites definidos por los mismos donde los sistemas se comienzan a volver insustentables, se puede establecer el grado de sustentabilidad a lo largo de las cuatro escalas y por lo tanto, saber en cuál de ellas se tiende más o menos hacia la sustentabilidad. Lo anterior permite ubicar acciones de ajuste o remediación en cada uno de los niveles.

Los indicadores ambientales son herramientas necesarias para el análisis y seguimiento de los procesos de desarrollo. Sin embargo, las políticas y estrategias del desarrollo se elaboran y aplican a diferentes niveles de la sociedad, y sus efectos y consecuencias se observan a diferentes escalas, es por ello, que los indicadores deben seleccionarse en función de estas características y de las necesidades de los usuarios. Asimismo, la difusión y aplicación del conjunto de indicadores para la toma de decisiones dependerá de un proceso de intercambio entre productores y utilizadores de estas herramientas. Esto requiere un flujo constante de la información, una armonización de metodologías e indicadores y un delicado balance entre la validez científica, la aceptabilidad política y la factibilidad económica y técnica de éstos últimos (WINOGRAD y col., 1998).

El desarrollo de un conjunto de indicadores de sustentabilidad para la evaluación de sistemas agropecuarios debe cumplir las siguientes funciones básicas (TORRES LIMA y CRUZ CASTILLO, 1999):

1. Determinar los cambios y condiciones ambientales con relación a la sociedad y los procesos de desarrollo.
2. Diagnosticar las causas potenciales y los efectos de los problemas existentes que han sido detectados o los cambios en el estado del ambiente y los sistemas agropecuarios para elaborar las respuestas y acciones adecuadas.
3. Predecir impactos futuros de las actividades humanas que modifiquen el ambiente, y proponer estrategias alternativas, así como acciones políticas.
4. Generar una conciencia ambiental en los poseedores de los recursos naturales y en los funcionarios públicos a través de la observación, fundamentada científicamente y comprendida en la cosmovisión local.
5. Proveer información confiable y comprensible acerca de los costos y beneficios de un desarrollo compatible con el entorno natural.

De acuerdo con Harrington (1994), para los sistemas agropecuarios y forestales, un buen indicador de la sustentabilidad deberá: 1) Cambiar a medida que el sistema agropecuario deje de estar en un estado de equilibrio; es decir, debe dar una indicación clara de que el comportamiento del sistema muestra una tendencia a declinar debido a procesos de degradación de recursos; 2) Dar aviso de procesos de degradación irreversibles, o de que los costos de revertir un proceso probablemente resulten socialmente inaceptables; 3) Tener en cuenta el ciclo completo donde el sistema atraviesa en el tiempo. Por ejemplo, los indicadores deben reflejar los efectos de las rotaciones de cultivo a largo plazo, si es que los hay; 4) Señalar los nexos con otros niveles del sistema en los que los procesos de degradación podrían abordarse con más facilidad; 5) Distinguir

claramente entre causas y efectos, donde los procesos de deterioro del sistema (efectos) no deben confundirse con las características que hacen que el sistema sea vulnerable al deterioro (causas); 6) Tener un alcance geográfico útil y completo; 7) Ser fácilmente detectable, relativamente sencillo y eficaz en cuanto a los costos, aprovechando en lo posible la información existente; 8) Constituir un medio de predecir las tendencias futuras respecto a la calidad de los recursos y la productividad del sistema agrícola, así como seguir la trayectoria de las relativas tendencias en el pasado.

Para valorar las consecuencias ambientales de la instrumentación de políticas y la efectividad de los programas en apoyo a la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, es necesario monitorear de manera específica las transformaciones que tienen lugar en las prácticas productivas, y cómo éstas, afectan al medio natural. Dada la dinámica complejidad de los agroecosistemas, se requiere el empleo de un sistema de monitoreo interdisciplinario y multidimensional, basado en indicadores que puedan establecer el vínculo entre las tecnologías, las prácticas usadas en agricultura, la calidad de los recursos y los servicios producidos (OECD, 1995).

CONCLUSIONES

En términos generales puede establecerse que la evaluación la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios no presenta un solo enfoque, sino una multiplicidad de abordajes metodológicos relacionados con las diferentes escalas donde se pretende ubicar el análisis de la sustentabilidad. Sin embargo, la particularidad del conjunto de indicadores utilizados en cada metodología consiste en realizar un análisis holístico del estado del medio ambiente y las funciones ecológicas, así como el impacto y las consecuencias del desarrollo humano sobre los recursos bases de los sistemas agropecuarios.

Otro argumento final consiste en comprender que no existe una grupo de indicadores universales, sino que éstos deben se seleccionados de acuerdo con el objetivo la de evaluación, el modelo de sustentabilidad y la consideración, tanto los aspectos de tipo logístico (costos, tiempos, accesibilidad) como la calidad de la información. En este sentido los diferentes marcos metodológicos ofrecen una amplitud de estrategias para jerarquizar y relacionar los conceptos e indicadores previamente establecidos al momento de su evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, I. (2002). Reflexiones sobre el desarrollo sustentable. *Comercio Exterior,* 52(2): 98-105.

BOSSHARD, A. (2000). A methodology and terminology of sustainability assessment and its perspectives for rural planning, *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 77: 29-41.

CALDERÓN, K. (1996). *Hablemos de Desarrollo Sostenible*. Deisa Intemacional. Costa Rica.

CALLENS, I.; TYTECA, D. (1999). Towards indicators of sustainable development for firms. A productive efficiency perspective. *Ecological Economics.* 28: 41-53.

CIAT.UNEP (1995). *Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe.* PNUMA. México.

CRABTREE, B.; BAYFIELD, N. (1998). Developing sustainability indicators for mountain ecosystems: a study of the Cairngorms, Scotland. *Journal of Environmental Management*. 52: 1-14.

DE CAMINO, R.; MULLER, S. (1993). *Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales. Bases para establecer indicadores.* IICA. Costa Rica.

FARELL, A.; HART, M. (1998). What does sustainability really mean? The search for useful indicators. *Environment.* 40(9): 5-9, 26-31.

FAO (1991). *Producción agrícola sostenible: consecuencias para la investigación agraria internacional.* Serie FAO Investigación y Tecnología, núm. 4. FAO. Roma.

FOLADORI, G. (2001). *Controversias sobre sustentabilidad. La coevolución sociedad-naturaleza.* Universidad Autónoma de Zacatecas-Porrúa-Colegio de Bachilleres. México.

GUSTAVSON, K.; LONERGAN, S.; RUITENBEEK, J. (1999). Selection and modeling of sustainable development indicators: a case study of the Fraser River Basin, British Columbia. *Ecological Economics* 28: 117-132.

HARRINGTON, L. (1994). *Operacionalización del concepto de sostenibilidad. Un Método basado en la productividad total.* Ponencia del Sexto Encuentro de RIMISP, Campinas, Brasil. Mimeo.

LEFF, E. (2001). Tiempo de sustentabilidad. En Muñoz, H. y Rodríguez, R. (eds.), *La sociedad mexicana frente al tercer milenio.* UNAM-Porrúa. México, pp.129-139.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ, S. (2000). *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco Experiencias de Evaluación en el México Rural.* Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada-Mundiprensa. México.

OECD (1995). *Sustainable Agriculture, Concepts, Issues and Policies in OECD Countries*, Paris.

OECD (1998). *Towards sustainable development environmental indicators.* OECD. Paris.

SMITH, C.; MCDONALD, G. (1998). Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. *Journal of Environmental Management*, 52: 15-37.

STOCKLE, C.; PAPENDICK, R.; SAXTON, K.; CAMPBELL, G.; VAN EVERT, F. (1994). A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9(1-2): 45-48.

TORRES LIMA, P.; CRUZ CASTILLO, J. (1999). Indicadores del Desarrollo Sustentable: Construcción y Usos. *Argumentos.* 34: 5-30.

WALL, E. (1995). *A Framework for the integration of concepts and research in agroecosystem Health* (Discussion Paper No. 18) Faculty of Environmental Sciences, University of Guelph. Ontario.

WALZ, R. (2000). Development of environmental indicator systems: experiences from Germany. *Environmental Management.* 25(6): 613-623.

WINOGRAD, M.; FARROW, A.; EADE, J. (1998). Atlas de indicadores ambientales y de sustentabilidad para América Latina y el Caribe. Versión 1 CIAT-PNUMA. Colombia.

Una estrategia para impulsar la agricultura sostenible en Mesoamérica y el Caribe

M. ARDÓN, E. BAUMEISTER, V. GONZÁLVEZ, M. MACHADO, D. MONTERO, P. PADILLA, A. ZAMBRANO, E. ZAMORA E. DEL

[1] Grupo de Asesoría en Agricultura Sostenible (GAAS)[1]

RESUMEN

En la región de Mesoamericana y El Caribe, que abarca el istmo Centroamericano, desde México a Panamá, e incluye las Islas Caribeñas (Haití, Rep. Dominicana y Cuba), después de la finalización del reciente conflicto bélico de la década de los ochenta, generado a partir de la desigual distribución de la riqueza, especialmente del recurso tierra, se han desarrollado diferentes proyectos y programas para erradicar la pobreza, más acentuada en el área rural, a partir del estímulo a la producción de alimentos en las tierras entregadas a las familias campesinas. Muchas de estas iniciativas se concibieron para ser ejecutadas bajo el modelo de producción agrario convencional, que exige un alto insumo de insumos externos que no están al alcance de las pequeñas familias campesinas, degradan la base de recursos naturales y, finalmente, endeudan al campesino con riesgo de perder nuevamente la propiedad de la tierra. Esta situación ha hecho que muchos grupos y colectivos en diversos países hayan optado por aplicar un modelo de producción basado en el bajo uso de insumos externos, aprovechando los recursos locales disponibles, acompañados por algunas agencias de cooperación europeas en lo que se ha llamado agricultura sostenible campesina. Dentro de estos colectivos ha surgido la preocupación de desarrollar una estrategia que ayude a diseminar este tipo de prácticas como la alternativa más viable actualmente para erradicación de la pobreza rural. El trabajo presenta una propuesta de estrategia para promover y diseminar la agricultura sostenible que ha sido elaborada por un grupo de asesores en agricultura sostenible, en consulta con los grupos y organizaciones de base que están en este proceso y supone una contribución al debate sobre formas de apoyar la cooperación para el desarrollo en temas de agricultura.

INTRODUCCIÓN

En Mesoamérica y El Caribe se han estado impulsando un importante grupo de iniciativas en la última década impulsando, basadas en prácticas locales, en la investigación académica y en las reflexiones del movimiento de ONG's, para lograr una agricultura más sostenible en la región, teniendo como sujetos prioritarios las familias campesinas que luchan día a día para seguir

manteniendo y mejorando su estilo de vida y su acervo cultural. En este proceso se han identificado logros y avances en términos conceptuales y metodológicos sobre la temática.

Según la experiencia del GAAS[2] en diferentes campos, la principal dificultad para realizar un trabajo coordinado en la promoción y mejoramiento agrícola, dentro del contexto rural, es la carencia de un enfoque compartido sobre la visión estratégica de la Agricultura Sostenible (AS)[3]. El mejoramiento de las acciones de promoción y difusión de la Agricultura Sostenible[4] requiere un análisis consensuado de la situación actual y la dinámica rural en la región, así como la construcción de una visión compartida sobre el futuro desarrollo rural de la región, con sus diferencias en cada país, dentro de una estrategia que establezca claramente el camino a seguir para llegar a la situación deseada.

La elaboración de una estrategia marco para impulsar la diseminación de la agricultura sostenible, evitará en el futuro la dispersión de esfuerzos en este sentido y se convertirá en un instrumento de coordinación para el diálogo y la acción, posibilitando espacios de coordinación entre distintos actores.

Además de lo anterior, la elaboración de una estrategia regional supone en la práctica una mayor especificación de los propósitos concretos de una estrategia de acción en la región desde las agencias de cooperación internacional (públicas y privadas), plasmado en un borrador de plan regional de acciones, de corto, medio y largo plazo discutido entre los actores con actividades genéricas. Los diferentes actores de la estrategia cuentan ahora con directrices para elaborar el plan de actividades anuales, en diálogo con los socios o contrapartes, en base a una propuesta de tipos de acciones a realizar en cada país y los modos de abordaje más sencillos y accesibles, que define etapas por país para conducir el proceso, así como un sistema de seguimiento de éstas, que permita revisarla de forma periódica. Por último, con la estrategia se puede visualizar un amplio abanico de actores claves genéricos definidos en cada país, con sus fortalezas y debilidades, a considerar, así como vías para involucrarlos en esta estrategia.

OBJETIVOS DE LA ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA

Los objetivos de la elaboración de una estrategia para impulsar la agricultura sostenible planteados por este trabajo son:

- Concretar los propósitos y definir las actividades que componen la estrategia regional para diseminar la agricultura sostenible, a partir de las experiencias existentes, los actores relevantes involucrados.
- Proponer ciertas líneas de trabajo por temáticas, con acciones de corto, medio y largo plazo, a partir del análisis del contexto nacional por país, considerando otras estrategias, fuerzas y sinergias existentes, en cada país, partiendo de las posibilidades que tienen las contrapartes de PPM y otros actores afines.
- Delimitar la forma de alcanzar una mayor difusión de la agricultura sostenible, estableciendo los aliados ya acciones prioritarias necesarias, así como su secuencia.
- Definir los criterios y las etapas necesarias para desarrollar la estrategia, así como determinadas acciones de incidencia para promover la agricultura sostenible.
- Definir los actores claves y algunas acciones para involucrarlos en esta estrategia, en cada país, estableciendo su grado de importancia y relevancia en la práctica de la agricultura sostenible.

Los resultados esperados de la definición de dicha estrategia son:

- Una visión clarificante de las posibilidades de impulsar la agricultura sostenible de manera estratégica en el ámbito nacional.
- Una propuesta para articular el quehacer de la promoción de la agricultura sostenible en una perspectiva regional.
- Una valoración de las propuestas de los diferentes actores en los ámbitos nacional y regional en relación con la agricultura sostenible.
- Un documento que oriente el trabajo de promoción de la agricultura sostenible que PPM acompaña en la región Mesoamericana y del Caribe.

MATERIAL Y MÉTODOS USADOS

La elaboración de la propuesta marco para una estrategia de impulso de la diseminación de la agricultura sostenible en Mesoamérica y El Caribe se realiza a partir de la elaboración de un análisis de contexto y la exposición de diferentes tesis sometido a consulta de los principales actores relevantes en la temática en la región. A diferencia de las propuestas comunes, ésta se diferencia del resto, en que tanto su concepción, como su consulta se realiza a actores directamente involucrados en acciones de promoción de la agricultura sostenible.

El proceso se ha realizado en tres fases: la consulta nacional, la regional y la retroalimentación a nivel nacional.

a) La dimensión nacional del proceso. Primera fase

Pretende recoger las opiniones de los diferentes actores involucrados en la temática. Dentro de estos actores se visualizan en la actualidad como estratégicos: ONG's, gremios campesinos y autoridades locales en territorios (alcaldes u otros representantes del poder local).

En otra dimensión de la propuesta es necesaria una consulta con promotores campesinos que están trabajando en la promoción de la agricultura sostenible y líderes de propuestas que están vinculados al tema.

b) La dimensión regional

En la primera fase es necesario someter la propuesta a consulta de actores relevantes de nivel regional que aporten al proceso de formulación.

Posteriormente, con los aportes nacionales y regionales se redacta un nuevo documento que integra lo generado en la consulta. Debe profundizarse, desde la perspectiva de cada país que debe ser integrado en su visión regional por la comisión encargada para tal fin, la que debe dar como producto el documento de discusión a presentar a PPM en la reunión de marzo.

En esta consulta se estableció un proceso de debate y aportes que permitió articular un planteamiento de consenso en términos de la estrategia a desarrollar.

c) La dimensión nacional, segunda fase

En cada país se realizará un encuentro con las principales organizaciones que se han involucrado en el proceso con el fin de conocer los resultados de la propuesta y definir su involucramiento en la misma como actores de este proceso.

En general el procedimiento seguido fue el siguiente:

- Recopilación de la información secundaria existente en torno a la promoción de la agricultura sostenible en la Región.
- Ampliación y actualización de datos y elaboración de un listado de actores importantes en cada país, que integre las propuestas más relevantes existentes en agricultura sostenible.
- Entrevistas de consulta individual a los dirigentes de las organizaciones seleccionadas en base a una guía semiestructurada.
- Elaboración de un documento borrador sobre las distintas estrategias seguidas por las organizaciones campesinas y ong's en cada país, en la promoción de la agricultura sostenible, con algunas propuestas expresadas en forma de tesis.
- Presentación de las distintas tesis y sus argumentos para una mayor discusión en talleres de consulta y debate nacionales con representantes de organizaciones que promueven la agricultura sostenible.
- Reunión final del equipo de redacción para la elaboración definitiva de la estrategia tomando en consideración los elementos recogidos en la fase de consulta regional.

En total se desarrollaron 5 reuniones de equipo, 5 talleres nacionales (con 102 personas) y 32 entrevistas a dirigentes y empleados de organizaciones del entorno de la Agencia de Cooperación de las Iglesias Evangélicas de Alemania «Pan Para el Mundo», que apoyan el desarrollo agrícola sostenible en la región.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La situación del agro en la región

La concentración de la tenencia y propiedad de tierra se ha ido generalizando en casi toda Centroamérica, favoreciendo el modelo crecimiento agroexportador, altamente dependiente del mercado externo, produciéndose una silenciosa reconversión del agro hacia ese mercado global, que ha olvidado del abastecimiento del mercado interno, poniendo en peligro incluso la propia seguridad alimentaria de algunos países. Los representantes de las organizaciones campesinas están ausentes de las discusiones sobre las políticas agrarias nacionales y no cuentan con el reconocimiento y apoyo de los respectivos gobiernos.

A partir de las crisis «ambientales» recientes, que han puesto en el tapete el manejo de los recursos naturales en todo el istmo centroamericano, agudizada y puesta en evidencia con racionamientos y cortes de energía eléctrica, irregularidad de las lluvias (inviernos), con sequías prolongadas o inundaciones desastrosas, las quemas generalizadas que paralizaron el trafico aéreo el pasado año, el huracán Mitch es que nuevamente vuelve a aparecer el tema de la sostenibilidad en las agendas de algunos dirigentes de las organizaciones y asociaciones campesinas y la urgente necesidad de modificar el modelo de desarrollo imperante.

Como contraposición al modelo de desarrollo vigente está emergiendo también un nuevo paradigma de investigación para la sostenibilidad: con el ecosistema y sus interacciones como centro de atención, con una investigación y transferencia eminentemente participativas, que favorecen la diversificación y buscan la optimización desde el punto de vista de la «productividad» del sistema (todos los productos y servicios), así como el mantenimiento del capital ecológico.

A la vez, comenzaron a existir de manera creciente, políticas que incentivan las tecnologías más sostenibles: impuestos ambientales, prohibiciones de importaciones de agroquímicos, estrategias nacionales de conservación y desarrollo, así como los planes nacionales y regionales de acción forestal tropical, en preparación en varios países de la región.

Esta corriente está activando también al sector femenino, aun más relegado e invisibilizado en el campo y en los programas de desarrollo rural. Este afloramiento de una nueva forma de construir el desarrollo campesino participativo ha mostrado ya a través de experiencias prácticas, tener utilidad en la autogestión con nuevas formas organizativas no centralistas.

La tenencia de la tierra comienza a aparecer ya ligado a su uso sostenible y la lucha ha trascendido el tema del acceso y la posesión, centrándose en el manejo de este recurso de manera que permita mantenerlo y conservarlo y productivo. El crédito ha dejado de ser el único instrumento reivindicativo para el combate de la pobreza.

Esquemáticamente la situación general en el campo de Mesoamérica y El Caribe se caracteriza (PLAZA, 1998) por lo siguiente:

- Un 25% de las familias campesinas cubre sus necesidades básicas con los ingresos y los productos para consumo generados por el trabajo familiar y sus recursos propios. El 65% de las familias campesinas no pueden satisfacer sus necesidades con los recursos con que cuentan (tierra, agua, germoplasma, etc.) y están obligados a vender su fuerza de trabajo de uno o más de sus miembros.
- Tendencia a disminuir la proporción de la población rural, con variaciones que van desde un 61,2% (Haití), o un 52,5% (Honduras) y un 58% (Guatemala), a un 40% (Costa Rica) donde sólo la mitad de esa población se dedica a la agricultura (aproximadamente un 19%). Aumento general de campesinos sin tierra e indigentes, con un 52% de la población rural.
- La población rural pobre alcanza al 69% de la población rural total y va en aumento. La población rural pobre representa el 22,5% de la población total (rural y urbana). La población agrícola es del 27,5% y la PEA agrícola es del 27,1%. Ello indica una disminución de la proporción PEA agrícola con relación a la PEA total (20-40%). En Honduras y Guatemala esta cifra es del 56 y 52%, respectivamente. En Haití 65,5%.
- Disminución del peso de la agricultura en el PIB (14,6%-11,3%). Hay un aumento del minifundio al doble, en los últimos 20 años (entre el 40 y 60% o 2/3). Las economías campesinas producen bajo las condiciones cada vez más precarias, el 40% de la comida básica de la gente de la región. Las economías campesinas ocupan entre el 2,7 y el 11,2 de tierras.
- Políticas agrarias que influyen en la elección de las tecnologías con efectos negativos en la sostenibilidad de la agricultura.
- Gran heterogeneidad de los grupos de campesinos y especificidad de la pobreza rural, que se concentra en los asalariados y los pequeños agricultores campesinos, con tres categorías especiales: la población indígena, de la mujer y la juventud rural.

- Debilidad del movimiento campesino, debido a la concentración de la tenencia de la tierra, la falta de respaldo político gubernamental a los programas de apoyo al sector campesino, la imposición de formas ad-hoc ajenas a las formas de cooperación comunitaria tradicional, y las concepciones y métodos de trabajo incompatibles con las características de las sociedades campesinas.
- Cambio y mayor complejidad en las relaciones con el mercado, que se ha ampliado considerablemente en la región, estimulando la producción de hortalizas, frutas y otros productos más elásticos y aumentando el consumo de productos agropecuarios industrializados. La debilidad de los campesinos frente a los mercados se origina en la propia naturaleza fraccionada y dispersa de su oferta y en la composición de la misma. La necesidad de vender apresuradamente y la falta de condiciones de almacenamiento, hace que los precios se deterioren.
- Mayor dificultad para acceder a los servicios del Estado y menor capacidad de ahorro en dinero del campesinado.

Otros elementos e impactos relevantes más recientes (2000-2001) son:

- Importantes caídas en los precios del café, banano, azúcar; junto a la contracción de la economía regional reflejada en la actividad de maquila en América Central y, a su vez, los sucesos posteriores al 11 de setiembre, hacen peligrar el turismo.
- Inicio del Plan Puebla-Panamá, para conectar por medio de carreteras, fibra óptica, oleoductos, México con el Istmo Centroamericano, impulsado por organismos multilaterales (BID, BCIE, etc.) con el concurso de los gobiernos de la región.
- Continuación del dumping en el mercado internacional (OMC).

Los impactos más notables que se esperan sobre esas estrategias son la profundización de la vulnerabilidad alimentaria de importantes estratos campesinos, reducción de ingresos cafetaleros y de otros productos de exportación (tradicionales o no tradicionales y la necesidad de articular la agricultura con actividades no agrícolas).

El comercio y la agricultura ecológica certificada

La producción agraria «sostenible» certificada como **orgánica o ecológica** es todavía incipiente en la región alcanzando más de 110.000 Ha, con unas 35.000 familias involucradas en este tipo de producción, que se centra en cultivos de exportación de bananas, seguida de cacao, café, frutos, hortalizas, hierbas y especies. En Costa Rica, ya existe un pequeño mercado local de productos ecológicos certificados, sobre todo en hortalizas y en la cadena de supermercados Más por Menos.

La producción «orgánica» no es todavía importante, pero sí tiene un potencial elevado en el futuro. Algunos autores (ALTIERI, 2000) refieren que este sector promovido por diversas ONG's en Latinoamérica, envuelve a más de 1.000.000 unidades productivas familiares y 1,5 millones de Ha, de las cuales al menos una tercera parte corresponde a Mesoamérica (Tabla I).

Además, existe un movimiento que promueve el comercio justo, estableciendo normas sociales para apoyar las pequeñas producciones, que son una ventana de mercado, poco importante en su volumen, pero interesante en su planteamiento ético.

Tabla 1. Producción orgánica certificada

País	Explotaciones	% rel	Has.	% Relat prom (has)	Tamaño
Costa Rica (00)	3.676-4.000		9.607	0,34	2,3
Cuba (00)			1.200		
Rep. Dom (97)	1.000-2.500				
El Salvador (96)			4.900	0,31	
Guatemala			7.000	0,16	
Honduras (01)			1.300	–	
Nicaragua			1.400	0,02	
México (00)	27.282-33.587		85.676-102.802	0,08	3.1
Belize (00)	200		68	–	–

Fuente: www.soel.de

El sector campesino y el desarrollo rural «sostenible»

Después de transcurridos cerca de 15 años de la aplicación de las políticas de ajuste estructural en la región, se pueden proponer algunas afirmaciones para extraer algunas lecciones que permitan elaborar una suerte de tesis sobre la situación rural actual en la región y las formas más adecuadas de acción y acompañamiento.

Tesis 1. Como consecuencias de la apertura comercial para el sector agropecuario: las importaciones agrícolas crecen mucho más rápidamente, de modo que el balance comercial agrícola es en la actualidad más negativo que quince años atrás.

Propuesta de la agro exportación: generar un balance positivo en el comercio exterior que alimente niveles de consumo y sea fuente de formación de capital de los sectores propietarios, y por otro lado, producir fuerza de trabajo abundantemente y complementaria y alimentos básicos baratos.

En la práctica: en la última década, las exportaciones agropecuarias han crecido más lentamente que las importaciones lo que ha provocado un balance comercial agropecuario más desfavorable que antes de la implementación de las políticas.

Eso explica el incremento de las migraciones internacionales en la mayoría de países de la región.

Tesis 2. Profundización del deterioro: Minifundización, pobreza rural y deterioro de los recursos naturales, que sólo ha sido parcialmente amortiguado por las migraciones internacionales, y el trabajo en actividades asalariadas en la agroexportación y actividades no agrícolas, deteriorando la calidad de vida de la población rural.

En la década de los noventa, disminuyen las reformas agrarias, se incrementa el minifundio y el campesinado sin tierra. Además se expande la agricultura a costa de las tierras de frontera agrícola.

Según datos de la CEPAL, en esta época el porcentaje de hogares rurales bajo la línea de pobreza está entre un 23% en el mejor de los casos hasta un 80%. Esto indica que la pobreza en la región se convierte en un fenómeno mayormente rural.

Tesis 3. Profundización de las Migraciones internas e internacionales roles crecientes de las remesas en las economías familiares.

Hay migraciones Campo-ciudad, hacia países cercanos y hacia países fuera de la región: hacia otros países: EE.UU. y Canadá.

Generan ingresos y remesas para: mejorar condiciones mínimas de las familias, ampliar el capital de trabajo de las familias receptoras y hacer inversiones

Tesis 3. Peso creciente del empleo no agrícola: comercio en pequeña escala, artesanías, trabajos urbanos de baja calificación

Probablemente, entre 1/4 y hasta 1/3 de la población rural depende en la actualidad de actividades no agrícolas. No se tiene en cuenta este proceso en los programas de desarrollo rural, y en los planteamientos reivindicativos de las organizaciones campesinas y Ong's no incorporan demandas vinculadas a estas actividades.

Tesis 4. Mayor significación de la Mujer campesina tanto en roles económicos en el hogar y en los roles organizativos

- Por las migraciones masculinas, se refuerza el rol de las mujeres.
- Visibilización de la mujer campesina como generadora de ingresos importantes para sus hogares, tanto como asalariada rural, comerciante en pequeña escala, responsable de huertos familiares, y productora de bienes agrícolas para el mercado.
- Releva su rol organizativo y su papel en manejar dinero, con mayores responsabilidades y menores fracasos relativos que en las experiencias donde existen exclusivamente hombres.

Tesis 5. Avances en la diversificación de pequeños productores

Se incrementa la presencia de productos como café en manos de pequeños productores, hortalizas y frutas para mercados del Norte, y la ampliación de la demanda de productos agrícolas de los mercados urbanos internos y regionales. Una proporción importante de los campesinos no son productores de granos básicos de subsistencia.

Tesis 6. Promoción de tecnologías sostenibles agropecuarias y forestales llegan a un segmento reducido de los pequeños productores

Las experiencias nacionales con bastante tiempo de validación han aportado al manejo sostenible de pequeñas parcelas campesinas. Es notorio que la diseminación de estas experiencias es

aún muy limitada. La proporción de campesinos centroamericanos insertos en estas prácticas debe ser inferior a 50.000.

Tesis 7. Necesidad de sostener el acceso a la tierra obtenida por la titulación de tierra y por los avances de las fronteras agrícolas, y crecientemente por la inversión de remesas en la compra de tierras

Contar con tierra es un medio de mantener cierta base para la reproducción y el enfrentamiento de la pobreza por parte de las familias rurales

(1) Tesis 8. Debilitamiento de las organizaciones gremiales campesinas

Luego de la experiencia de ASOCODE, no se visualizan alternativas para el sector campesino. Las organizaciones gremiales campesinas buscan cómo encontrar espacios de interlocución con la cooperación externa y el Estado. Sus reivindicaciones se ligan a resolver las consecuencias generadas por un modelo de desarrollo agrario descampesinista.

El esquema, por una parte, obstaculizó la observación de los sectores «intermedios» (ni grandes fincas, ni campesinos pobres semiproletarios), sus pesos productivos, y sus potencialidades productivas. Por otro lado, ha incidido fuertemente sobre las visiones de las transformaciones agrarias al observarlas exclusivamente sobre la base de procesos de reforma agraria –reemplazo de las grandes empresas privadas por empresas estatales o colectivas– sin observar las posibilidades de generación de divisas, y de acumulación de capital en unidades de pequeños y medianos productores, potenciadas tecnológicamente, y con acciones de fomento, de la capacidad de generar divisas en los mercados de productos y servicios internacionales.

En buena medida, puede preverse que muchos de estos factores no son meramente coyunturales, y hacen pensar en un período relativamente prolongado de afectación de estas variables externas. A su vez, la retracción de la economía norteamericana podrá tener algún efecto en las migraciones externas y en el envío de remesas, aunque probablemente esto se vea compensado por el incremento de la migración ilegal y la inserción en puestos de trabajo de menor remuneración en los Estados Unidos.

Otro elemento importante de la coyuntura es el llamado Plan Puebla-Panamá, impulsada por organismos como el BID, BCIE, y que cuenta con el concurso de los gobiernos de la región. Es una iniciativa centrada en conectar por medio de carreteras, fibra óptica, oleoductos, México con el Istmo Centroamericano.

Los problemas frecuentes y generales en las iniciativas de promoción de la AS

El cambio institucional constante, que hace inútil los esfuerzos para fortalecer las capacidades del personal en función de facilitar los procesos de diseminación de la A.S, por su salida ya entrenado y la necesidad de iniciar procesos de formación de nuevos facilitadores.

Líderes o promotores seleccionados poco representativos del conjunto de productor@s, o con barreras estructurales para cumplir el papel de promover y capacitar a los vecinos que se convierten en «casos modelos», dentro de las estrategias horizontal y piramidal.

Poca utilización de una estrategia de desarrollo local, dirigida a abordar problemas comunitarios, enfatizando el desarrollo de las capacidades locales, fundamentándose en el principio de que las organizaciones trascienden a los individuos. Por ello en ocasiones se promueve a personas pero no las capacidades de liderazgo comunal y las habilidades en diferentes dimensiones del desarrollo, más allá de la tecnología agrícola.

Dificultades metodológicas de los promotores campesinos con limitado conocimiento del entorno, para adaptar la tecnología aprendida en otro tipo de situaciones (agroclimática y sociales), fuera de su parcela.

Personal facilitador con poca experiencia rural (proviene de medios urbanos) y débilmente capacitados para insertarse en procesos culturales rurales de manera horizontal. No suelen tener preparación, ni el compromiso requerido para traducir la teoría en acciones consecuentes.

Poca coordinación e integración de los esfuerzos realizados entre ONG's y poca colaboración con el sector público.

Limitado impacto de los programas de transferencia de tecnologías, debido a diferentes causas, tales como la naturaleza de los contenidos técnicos, la continuidad de los esfuerzos, el ajuste de la tecnología, la planificación del programa, el cambio de mentalidad necesario, la falta de tipologías de adoptantes o la escasez de estudios de adopción.

Además se da un uso inadecuado de los elementos básicos de la multiplicación o diseminación tecnológica, donde se detecta una utilización del método divulgativo y pocos esfuerzos para documentar el conocimiento popular campesino, uso del término innovación para referirse al contenido que promueven únicamente en su dimensión técnica, excesiva confianza en la aplicabilidad universal de la tecnología o el uso de fuentes de información y recursos indirectos.

En las técnicas de difusión y adopción persisten aquellas propias de la agricultura convencional mezcladas con procesos horizontales, participativos y con protagonismo campesino, con frecuente uso de mecanismos facilitadores para el acceso a los insumos, identificación estática de la problemática, concentran esfuerzos y recursos para llegar a la población en individuos (líderes promotores), concentración en el campesino y no en la organización local, decisiones sobre técnicas a introducir no negociadas o concertadas con los líderes, promotores o campesinos, mezcla de técnicas e instrumentos de transferencia, de formas verticales y autoritarias con una concepción metodológica horizontal de diálogo de saberes, uso del concepto de capacitación como la «transmisión de conocimientos y habilidades», con énfasis en las prácticas de cultivos.

En aspectos de comunicación, se hace un manejo indiscriminado de técnicas e instrumentos de transferencia y comunicación, combinando recursos que propician la participación de la población (comunicación oral), con modalidades bien pasivas que tienden a omitir la participación del campesino (material impreso), con esfuerzos invertidos en la producción de medios impresos, no se corresponde con la características de la población de interés por el analfabetismo, debido al uso de palabras escritas y limitado uso de ilustraciones.

El concepto de tecnología apropiada es referido sólo a cosas, en el contenido del mensaje (abonera, arado, leguminosas) excluyendo métodos o procedimientos tales como dinámica de grupos, normas para elegir autoridades locales, etc. Se pone énfasis en aspectos relativos a la operación de las técnicas (como hacer…) en los contenidos de los medios de difusión sin tomar en cuenta los principios y fundamentos de las mismas.

Por último, los programas tienen un alto grado de dependencia de recursos económicos externos, que les obliga a entrar en iniciativas en ONG con fondos revolventes y otros mecanismos, generando un marco institucional que compromete a los beneficiarios con el éxito de estos

esfuerzos. En los programas hay una gran presencia de técnicos agrónomos. Asimismo los programas tienen debilidad general en los procesos de planificación, monitoreo y evaluación, definen con escasa precisión el tipo de usuarios lo que dificulta las labores de documentación (sistematización) de las experiencias, seguimiento y evaluación. A ello se añade su orientación hacia las oportunidades sin considerar los riesgos.

ASPECTOS BÁSICOS DE LA ESTRATEGIA REGIONAL

La conceptualización de la Agricultura sostenible

El concepto de Agricultura Sostenible[5] agrupa un abanico amplio de prácticas y acciones alrededor de la agricultura que tienden a conciliar los aspectos relacionados con la lucha contra la pobreza con los aspectos ambientales y socioculturales, entre otras cosas. Por ello, en la estrategia se entiende que una agricultura sostenible debe tener como sujeto prioritario a la familia campesina o indígena, su unidad productiva y su comunidad, y no puede limitarse solamente a los aspectos tecnológicos, productivos y medioambientales.

De esta manera, una agricultura sostenible campesina[6], debe considerar «*los requerimientos para la justicia social, la viabilidad económica, el cuidado y respeto al medio ambiente y las leyes de la naturaleza, la viabilidad política, así como la diversidad y arraigo en la cultura local*».

El término de sostenibilidad se entiende en este contexto, como «*lo que se espera que ocurra cuando se cumplan los requerimientos anteriores, donde ya habrá lugar para que se den situaciones duraderas y seguras*», ya que estos esfuerzos se orientan desde una visión que responde a las necesidades sentidas actualmente, sin olvidar el derecho de un futuro para las generaciones venideras.

La **agricultura sostenible campesina**[7], en condiciones Mesoamericanas y de El Caribe, «*es una estrategia de lucha contra la pobreza, especialmente en favor del sector campesino, el más marginado de los sectores sociales, considerando dentro de este enfoque a la familia, la comunidad y las organizaciones propias que representan sus intereses*». Dentro de esta estrategia se privilegia el aumento y fortalecimiento de la autoestima, participación activa y articulación de actores, con una especial consideración a la condición y rol de la mujer campesina.

Uno de los problemas centrales en la región es el acceso del campesinado pobre al recurso tierra, la injusta y desigual distribución de este recurso entre las personas de los distintos países y la seguridad sobre la tierra, una vez que se accede a ella, a pesar de las reformas agrarias implementadas en décadas pasadas. La seguridad sobre la tierra y el derecho a una distribución más justa de ella, debe estar basado en cuatro aspectos:

- Reforzar y enfatizar el beneficio socioeconómico de un uso eficiente y productivo del campesino frente a la gran propiedad.
- La aplicación de formas y usos más sostenible de los recursos.
- La sensibilización de la sociedad sobre el aporte a la seguridad alimentaria, empleo y preservación de los recursos y la cultura rural.
- La promoción de las diversas formas legales existentes para la reivindicación de ese derecho, especialmente los trabajos de incidencia política.

Otro aspecto relevante es el hecho de que la actual estructura de los mercados desfavorece la participación de los productores campesinos y privilegia los procesos de acumulación de capital por parte de agentes ajenos al sector de pequeños productores, dentro del contexto de globalización de la economía, dominado por otros intereses, obliga a los campesinos a participar de ese mercado teniendo que aceptar sus reglas, lo que se contrapone a una estrategia de producción campesina diversificada, bajo un enfoque agroecológico, de autoabastecimiento que pone en peligro la seguridad alimentaria de los países. Es necesario asegurar y fortalecer el principio del autoabastecimiento, estimular la dinámica del mercado local y considerar el mercado internacional, solamente como un complemento a los anteriores.

La transformación y generación del valor agregado de la producción agropecuaria, debe comenzar ya a nivel de finca y no solamente pensar en la creación de pequeñas industrias locales. Los procesos de comercialización y elaboración de mayor escala exigen procesos de acercamiento paulatino y del crecimiento de la confianza mutua. Este y otros procesos deben estar sustentados más en la experiencias existentes, a partir de las que se deberían establecer propuestas y mecanismos de incidencia.

Por tanto, la agricultura sostenible campesina implica la consideración de un enfoque agroecológico (ALTIERI, 1990), que va más allá de la parcela o de la finca. Una agricultura puede llamarse sostenible cuando la dimensión ambiental, económica y sociocultural de quienes la promuevan e implementen esté integrada en el proceso y cuando las decisiones sobre las mejoras se realicen por ellos mismos.

Se busca generar sistemas de producción con buenos rendimientos a bajo costo para que sean accesibles a un campesinado productor empobrecido, para lograr la autosuficiencia y seguridad alimentaria, para protegerse de la fluctuación negativa por la adversidad del clima y/o mercado y lograr la sostenibilidad.

En esta lógica una visión de agricultura sostenible deberá partir del criterio que, las estrategias de subsistencia que caracterizan a la agricultura campesina son las que aseguran a grandes sectores una sobrevivencia y existencia (empleo, alimentación, ingresos, vivienda, etc.) y que con una integración unilateral a la lógica del mercado y de producción a escala y especializada, estas ventajas de la agricultura de subsistencia se pierden. Se trata, por lo tanto, de reforzar y desarrollar estas estrategias para el mejor aprovechamiento sostenible de las capacidades humanas y recursos localmente disponibles y no profundizar la pobreza rural en base a la promoción de un modelo que genera el desequilibrio ambiental, social y económico, que concentra o reconcentra los recursos en manos de pocos, generando mayores condiciones para el desaliento y éxodo de la población rural.

La agricultura sostenible deberá partir de una adecuada valoración de los sistemas y conocimientos locales, ya que éstos (según diversos autores, citados por Altieri, 1997):

- Utilizan más eficientemente los recursos disponibles sin desperdiciarlos ni agotarlos innecesariamente.
- Garantizan la seguridad alimentaria para muchos tanto en el campo como en las ciudades.
- Tienen una orientación más social y no sólo hacia el lucro y el mercado.
- Desarrollan procesos productivos más amigables con la naturaleza que las formas aplicadas por la agricultura convencional de la revolución verde.
- Logran producir con limitaciones en cuanto a recursos naturales, capital y sin el desarrollo de infraestructura que requieren las grandes empresas agrícolas e industriales.

- Logran niveles adecuados de productividad en áreas y condiciones marginales con baja o ninguna inversión de los estados.
- Son flexibles dentro de su lógica, corriendo el menor riesgo posible.
- Manejan estrategias económicas de producción diversificadas para evitar crisis violentas.
- Manejan sistemas de conocimientos profundos, desarrollados desde varias generaciones.
- Tienen un arraigo cultural y una vinculación con el territorio que hace que sea difícil que lo abandonen.
- Son poco dependientes de insumos externos, por lo que presionan poco por divisas al sistema económico de los países.

La agricultura sostenible va más allá de ser una propuesta tecnológica, abarcando otras dimensiones, además de la ambiental, tales como la económica y la sociocultural, con un enfoque de contribuir al desarrollo rural desde los pequeños productores agropecuarios.

La metodología de la aplicación de la estrategia

La estrategia tiene como objetivo promover y diseminar la agricultura sostenible, mediante la aplicación de la metodología Campesino a Campesino (MCaC), en base a las experiencias centroamericanas, que consiste en su expresión más simple, en que el agricultor promotor de la comunidad se capacita y toma la responsabilidad de promover y capacitar en las innovaciones que se adaptan a sus condiciones locales, con mínimo riesgo, a bajo costo y resultando en un aumento de su producción y productividad, en términos de mediano y largo plazo.

Entre los actores involucrados, las agencias externas facilitan la capacitación de los promotores seleccionados por su comunidad, tanto en su comunidad como en las instalaciones de las instituciones; y así mismo, proveen oportunidades de interactuar con otros campesinos y sus actividades productivas, en otros lugares de su región o fuera de ella. Todo ello con el fin de que esa interacción constituya una experiencia y autoreflexión, para poder procesar las innovaciones en beneficio propio y de su comunidad.

La capacitación de los promotores seleccionados es siempre eminentemente práctica y promueve el «aprender haciendo». Utiliza los medios más efectivos. Las destrezas y habilidades adquiridas se ponen en práctica en su finca, con poca asistencia de los extensionistas. A su vez, las giras son bien planificadas, organizadas y el grupo toma las responsabilidades de cumplir con los objetivos definidos.

El contenido de la capacitación se acuerda mutuamente y promete solucionar sus problemas. El promotor introduce las tecnologías aprendidas y ajustadas en su parcela, que conforman el efecto de demostración para los integrantes de la comunidad. El papel del extensionista o el agente de cambio es el de catalizador, facilitando así el proceso de adaptación y divulgación «MCa C».

Es importante que los insumos externos sean mínimos. Si fuera el caso, debe asegurarlos en su momento oportuno, para que las prácticas sean adoptadas. El efecto multiplicador de la capacitación se logra principalmente a través de la promoción y demostración de las prácticas y los resultados en la parcela del promotor. El promotor también es accesible para realizar labores en las parcelas de los productores clientela.

Las ventajas que ofrece la «MCaC» son:

El método ofrece no sólo numerosos beneficios directos, sino que genera condiciones de aprendizaje propio, que engendran una cadena de disposiciones al cambio. Se observa también que la magnitud de los beneficios logrados va más allá de las proporciones tradicionales. Las principales ventajas son:

- Una diseminación es rápida.
- Reduce el costo total.
- Fomenta un nuevo liderazgo en la comunidad.
- Facilita la conformación o consolidación de las organizaciones locales.
- Genera tendencias de inversión para el desarrollo de la finca y la comunidad.
- Aumenta la capacidad de innovar aumenta.

Opciones de la estrategia de promoción de la Agricultura Sostenible Campesina (AS)

Como estrategias para promover la agricultura sostenible en Mesoamérica, planteamos las siguientes:

1. Subsistencia autocentrada en la parcela campesina

Con esta estrategia se fortalecería la diversificación del uso del suelo de cara al autoconsumo integral tanto de la parcela, animales y hogar campesino. Y se promocionarían insumos generados en la parcela, etc. Los ingresos comerciales provendrían básicamente de algunos trabajos asalariados ocasionales para hacer compras mínimas. Se abandona de hecho la escena política nacional y se produce un repliegue estratégico.

Hay muchos elementos que apuntan a la importancia de esta vía campesina en buena medida fuera del mercado, particularmente para el amplio sector de productores semiasalariados que controlan pequeñas milpas de granos básicos, y áreas reducidas de otros cultivos alimenticios (raíces, tubérculos, calabazas, plátanos, hortalizas, frutas, animales menores) en pequeña escala.

En el plano organizativo esta estrategia privilegia estructuras comunitarias. La participación política puede ser variada; fundamentalmente dirigida a defender derechos adquiridos (tierra, organización).

2. Profundización en los mercados de productos y servicios

Una segunda opción supone que el avance general de la mercantilización de los productos y servicios consumidos (ropa, parte creciente de los alimentos, electricidad, gas, educación familiar, salud, etc.), junto con las posibilidades de algunos segmentos de productos agrícolas para el mercado, implican estrategias empresariales donde se calculan costos, e ingresos, utilización masiva del crédito a través de los servicios de financieras especializadas en micro finanzas; paralelamente, esta estructura supone un involucramiento en actividades de comercio y pequeña in-

dustria, siempre desde una óptica de rentabilidad empresarial. A su vez, esta opción subordina el desarrollo de una agricultura sostenible (de bajos insumos externos) a la rentabilidad de los productos destinados a los mercados. Puede optar por productos orgánicos en tanto y en cuanto sean más rentables que los convencionales.

En el plano organizativo esta estrategia insistiría en organizaciones estrictamente económicas para acceder al crédito, asistencia técnica, y comercialización; organizaciones muy flexibles de acuerdo a la dinámica de los mercados. En el plano político esta opción trataría de no involucrarse para no crear problemas a las estructuras económicas.

3. Articulación de actividades agrícolas y no agrícolas desde una óptica local

Esta tercera opción tiene algunos elementos de las dos anteriores, pero su diferencia fundamental es que trata de consolidar poderes locales, que pueden articularse con estructuras formales de tipo municipal, y/o manejo de cuencas, tratando de integrar la dimensión reproductiva y de sostenibilidad de la familial parcela con la dimensión más colectiva, de tipo local/municipal/cuencas. Incluye más claramente, los temas de manejo forestal, agua, cuidado de las laderas, construcción de caminos locales, mercados locales municipales, pequeños talleres, incidencia y cabildeo tanto en empoderamiento económico (búsqueda de mercados, mejoramiento de calidades, procesamientos agroindustriales sencillos, etc.) y también busca el empoderamiento político que permita atraer recursos a las comunidades y los espacios municipales.

En el plano organizativo combinaría estructuras comunitarias, y sectoriales, con instancias municipales, como consejos de desarrollo (formales o informales, desde el punto de vista legal). Presupone un mayor involucramiento político, tanto a nivel local como nacional, para obtener recursos y servicios.

La base social de esta propuesta es heterogénea, dando en principio espacio a distintos estratos de productores.

Las ventajas e inconvenientes de las tres opciones básicas

a. La Resistencia desde la sobrevivencia

Ventajas

- Puede lograr mejorías en nutrición humana, y en sostenibilidad de las parcelas.
- Evita intencionalmente la «anarquía del mercado».

Desventajas

- Requiere de un componente cultural/ideológico/religioso muy elevado para poder enfrentar la baja generación de ingresos monetarios.
- Se dificultan los procesos educativos y de salud de las familias.
- No puede enfrentar procesos de modernización de servicios y productos.

b. La Profundización en los mercados de productos agropecuarios

Ventajas

- Si hay éxito sostenido en la colocación de productos rentables puede pegar saltos en la acumulación y el bienestar material de las familias.
- Eventualmente permite adquirir tierras y generar condiciones mejores para las nuevas generaciones.
- Puede crear infraestructuras y redes colectivas que potencien a grupos o segmentos dedicados a rubros comunes.

Desventajas

- El riesgo de perder mucho ante oscilaciones de precios, incumplimiento de contratos.
- Pone en riesgo la tierra poseída y se puede perder ante la ejecución de una garantía ofrecida a un prestamista o una financiera.
- Los fracasos económicos pueden fracturar a las organizaciones de los productores, debilitando al conjunto de las familias participantes.

c. La articulación de actividades agrícolas y no agrícolas desde una óptica local

Ventajas

- Permite enfrentar la problemática integral de una subregión, en temas básicos, lo cual puede empoderar tanto a las familias como a las comunidades.
- Puede encontrar alternativas no agrícolas y de esa manera incidir en los temas clásicos de qué hacer con parte de los jóvenes.
- Puede llegar a crear mercados internos subregionales, potenciando la división del trabajo, y encontrar economías de escala para procesamientos agroindustriales, o cumplimiento de contratos (calidad, constancia en la oferta).
- En situaciones de incidencias exitosas puede jalar recursos para las comunidades/zonas.

Desventajas

- Requiere grandes esfuerzos organizativos locales, difíciles de obtener en una época de cansancio social.
- Los conflictos intracomunitarios/municipales pueden generar enfrentamientos y peleas entre aldeas, comarcas o municipios.

Tendencias de los segmentos de la Economía Campesina en las 3 opciones

Sectores descapitalizados, con bajo acceso a la tierra u otros recursos productivos

Si la situación no se puede mejorar, necesariamente debería caer en una estrategia de tipo I. La clave de la reactivación debería pasar por el huerto familiar/patio para mejorar dieta básica, e iniciar procesos de diversificación en muy pequeña escala.

Sectores en reproducción simple

Tienen la ventaja que, teóricamente, cubren necesidades básicas (por lo menos alimentarias) porque cuentan con tierra suficiente para sembrar granos básicos y otros cultivos alimentarios.

- Están en condiciones de pasar al tipo II o III.
- Sin embargo, sus limitantes principales pasan por reconvertir su esquema tecnológico, sembrar mayor variedad de cultivos y árboles tanto para el autoconsumo como para la venta.
- Este estrato campesino fue en el pasado el típico productor medio que trabajaba con los bancos estatales en la promoción de granos básicos con tecnologías e insumos obtenidos precisamente por la vía de los bancos estatales. La desaparición tanto de la protección de los mercados internos como de la banca estatal, creó un gran vacío desde los años ochenta. Ha sido un sector cercano a algunas organizaciones campesinas.

Marco general de las estrategias regionales

El Marco general de la Estrategia que se presenta pretende establecer las líneas y acciones estratégicas que deberían acometerse para lograr acercarse a una agricultura sostenible. Sin embargo, para llevar a cabo este tipo de acciones propuesta deberán establecerse las prioridades en cada país subregión dentro del país.

Además de ello, se requiere estimular la creación de estructuras nacionales de coordinación, donde se integren tanto las agencias donantes, como las ong's y organizaciones campesinas más interesadas por lograr una agricultura sostenible en sus programas.

El esquema propuesto, para el cual se ha desarrollado un marco lógico general, es el siguiente:

I. Propiciar el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de l@s campesinas en la región, en igualdad de condiciones.
   Mejorando la producción de granos básicos, en calidad y cantidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas.
   Promoviendo la diversificación de la producción de patios, como complemento alimentario.
   Mejorando la capacidad de almacenamiento y conservación de alimentos básicos.
   Ampliando el acceso a recursos productivos (tierra).
   Integrando a la dieta los recursos que proporciona el bosque de la comunidad.

II. Impulsar el uso y preservación de recursos naturales, manejados por pequeños productores.
   Conservando y mejorando la fertilidad de los suelos.
   Mejorando la calidad del material reproductivo.
   Conservando y utilizando la biodiversidad en la producción campesina.
   Integrando los árboles en la producción agropecuaria.
   Cosechando y aprovechando agua en zonas secas.
   Integrando la ganadería en la producción de la finca.
   Reciclando desechos orgánicos.

Integrando a los habitantes en zonas vulnerables en acciones preventivas de riesgo en caso de desastres naturales.

III. Contribuir al incremento y diversificación de ingresos y capitalización de las familias campesinas, en igualdad de condiciones.
Agregando valor a cosechas de la finca, el patio y el bosque.
Promoviendo el comercio comunitario de productos del patio y de la finca (acercando grupos de productores y consumidores).
Sensibilizando a grupos de consumidores.
Vendiendo excedentes en mercados de calidad.
Promoviendo la inversión en mejoras e infraestructura productiva.

IV. Fortalecer la capacidad técnica de productor@s como factor de empoderamiento económico y personal.
Reorientando la formación técnica y metodológica de los equipos de apoyo a promotores.
Formando promotores campesinos con metodologías horizontales.
Potenciando la experimentación con tecnología apropiada y prácticas tradicionales.
Estimulando el intercambio de experiencias campesinas.
Diseminando y difundiendo prácticas campesinas sostenibles entre productores de la comunidad.
Reflexionando y sistematizando procesos de adopción de tecnología.

V. Fortalecer la capacidad de incidencia de grupos y familias campesinas, en definición de políticas agrarias y de desarrollo rural, a distintos niveles.
Analizando el contexto productivo con emprendedores desarrollo local.
Fortaleciendo organización local para el desarrollo con resultados concretos.
Sensibilizando a dirigentes campesinos sobre el enfoque de la AS.
Estableciendo *alianzas* entre actores para incidir en políticas agrarias.
Construyendo propuestas alternativas enfatizando en la propiedad agraria.
Cabildeando a favor de propuestas, enfatizando en la distribución equitativa de la tierra.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

La situación actual del sector agropecuario y rural es muy precario en la región, con índices de pobreza muy elevados que demandan soluciones inmediatas.

La situación económica de la región continúa teniendo una tendencia negativa para el sector agropecuario y rural en los próximos años.

La agricultura ha sido causa de muchos problemas e impactos ambientales negativos que amenazan con acabar con la base productiva e incrementar la pobreza.

Existen experiencias interesantes desarrolladas en la región que prometen ser más beneficiosas para el sector campesino, que es necesario desarrollar y multiplicar.

La estrategia regional para promover la Agricultura Sostenible en Mesoamérica y El Caribe aquí presentada define las grandes líneas a seguir dentro de un diálogo social que requiere la in-

clusión y apoyo de muchos más actores para lograr un impacto en el desarrollo agrario y la lucha contra la pobreza en la región.

El consenso alcanzado en el diálogo iniciado con esta consulta entre los actores mencionados debe profundizarse y ampliarse en el futuro para lograr mayores apoyos.

Es urgente dedicar recursos económicos y humanos a la labor de promoción de una agricultura sostenible campesina que desarrolle ésta y mejore los recursos naturales.

Es necesario establecer estructuras estables que conduzcan y revisen esta estrategia de forma periódica conforme cambie la situación.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, T. (1998). Investigación participativa para el desarrollo rural: La experiencia de Ecosur en Chiapas.

ALTIERI, M. (1997). «Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable». Ed. CIED, Perú.

ARDÓN, M. (1993). Agricultura prehispánica y colonial. Ed. Guaymuras, Tegucigalpa.

BAUMEISTER, E. (1998). Estructura y Reforma Agraria en Nicaragua. Ed. CDR.

BUNCH, R. (1992). Dos mazorcas de maíz.

BYRON, M. (1995). Estudio de los sistemas de transferencia de tecnologías agropecuarias en Nicaragua. Ed. PASOLAC.

CLEMENS, H.; RUBÉN, R. (2001). Nueva ruralidad y política agraria. Ed. CDR, Costa Rica.

COORDINADORA ONG'S DESARROLLO (1999). Vacas gordas, vacas flacas: el impacto de la PAC en países del sur.

CORNWALL, A.; GUIJT, I.; WELBOURN, A. Retos metodológicos para la investigación y extensión agrícolas: valorando los procesos. Discussion Paper, Institute of Development Studies (IIED,1993).

ESECA/UNAN (1993). Por la búsqueda de una estrategia de desarrollo para Nicaragua. Foro Agropecuario Nacional.

FAO/CCI/ICTA (2001). «Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas».

FUNES, F. et al. (2001). Transformando el campo cubano.

GAAS (1999). Construcción de un concepto de agricultura campesina sostenible (sin publicar).

GEILFUS, F. (1997). «80 herramientas para el desarrollo participativo». Ed. IICA/GTZ.

GEILFUS, F. (2000). Estrategias campesinas. Marco de análisis para el desarrollo rural. Ed. IICA, Holanda.

GONZÁLVEZ, V.; VERSCHUUR, M.; WEIGEL, J. et al. Una caracterización de la experimentación campesina en Nicaragua. Managua, 1998.

HOCDÉ, HENRY, MIRANDA, B. «Intercambios campesinos, más allá de las fronteras». IICA, 2000.

ICCO/PPM/CICUTEC (1997). «Promover la agricultura sostenible en América Central». Ed. Simas, Nicaragua.

ICOAMA-PASOLAC. Estudios de evaluación de calidad de las prácticas de conservación de suelos y aguas. Managua, 2001.

MONTALDO, P. (1985). Agroecología del trópico americano. Ed. IICA.

PARROT, N.; MARSDEN, T.; GREENPEACE (2002). The real green revolution. Organic and agroecological farming in the South.

PASOLAC. Guía metodológica para la validación de opciones tecnológicas. Centroamérica, 1999.

PASOS, R. et al. (1994). El último despale: la frontera agrícola.

PFSA/CADESCA/CEE (1992). Rol de los pequeños productores rurales del istmo centroamericano.

PLAZA, O. (1998). Desarrollo rural. Enfoques y métodos alternativos. Ed. Fondo Editorial, Univ Perú.

PPM (1997). Agricultura Sustentable. Hacia una agricultura social y ecológicamente compatible en la perspectiva de la cooperación eclesial para el desarrollo (documento interno).

RAMAKRISHNA B. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas. Ed. IICA/GTZ.

RAMOS, F.J. (1998). Grupo Vicente Guerrero de Espanta, Tlaxcala. Dos décadas de promoción de campesino a campesino.

REINJNTJES, C. et al. (1992). Cultivando para el futuro. Introducción a la Agricultura Sustentable de Bajos Insumos Externos.

SÁNCHEZ, R. et al. (1995). Fundamentos científicos de la agroecología mexicana.

SEGURA, O. (1992). Desarrollo sostenible y políticas económicas en América Latina.

TANGERMANN, K.D.; RÍOS, I. (1994). Alternativas campesinas. Modernización en el agro y movimiento campesino en Centroamérica. Ed. CRIES.
TOLEDO, V. (1985). Ecología y autosuficiencia alimentaria. Ed. Siglo XXI, México.
UNCTAD/CCI/WTO (1999). Alimentos y bebidas ecológicos: oferta mundial y principales mercados europeos.
VELDHUIZEN, L. et al. «Farmers research in practice», ILEIA, 1997.
WIEREMA, H. et al. (1993). La producción campesina en Centroamérica. Ed. DEI, Costa Rica.

NOTAS

1 GAAS= Grupo de Asesoría en Agricultura Sostenible para Mesoamérica y El Caribe.
2 El GAAS es un grupo independiente formado por 20 consultores en Agricultura Sostenible de siete países Mesoamericanos y de El Caribe, relacionado con el medio rural y la agricultura.
3 El término Agricultura Sostenible se usa aquí para definir una Agricultura Sustentable de Bajo Uso de Insumos Externos (ASBIE), renunciando expresamente en la mayoría de los casos al uso de agroquímicos.
4 La Agricultura Sostenible (AS) se define como «el manejo satisfactorio de los recursos agrarios existentes para satisfacer necesidades humanas cambiantes y mejorar los recursos naturales» (GAAS, 1998).
5 Ver nota anterior.
6 Según el GAAS.
7 Según el GAAS.

6.000 pequeños huertos familiares y escolares para el autoabastecimiento y mejora de la nutrición en las comunidades rurales de Anantapur, India. Proyecto de Fundación Vicente Ferrer

JOSÉ MOSCARDÓ SÁEZ Y COLABORADORES[1]

[1] Dirección en India: Fundación Vicente Ferrer. Rural Development Trust RDT. Bangalore Highway. ANANTAPUR. 515 001. (A.P.) INDIA. Tel: 00 91 8554 31503 - Fax: 00 91 8554 32327
Delegación de la Fundación Vicente Ferrer en Valencia: c/ Luis Vives, 1. CP: 46100. Burjasot. Valencia. Tel: 96 364 43 41 - Fax: 96 364 47 20. E-mail: josepmosqui@yahoo.com

RESUMEN

El proyecto «Huertos familiares para el autoabastecimiento y mejora de la nutrición en las comunidades rurales de Anantapur, India» surge como una iniciativa mas dentro de las diferentes actuaciones que en Fundación Vicente Ferrer se realizan con el propósito de mejorar la calidad de vida de los más necesitados de la población india.

El proyecto se inició en Anantapur, en octubre de 2001, con un análisis de la situación, estudio de diferentes soluciones y redacción del proyecto. En febrero de 2002 se puso en marcha dicho proyecto dirigido a la creación de más de 6.000 huertos familiares, también conocidos como Huertos de Patio o Kitchen Gardens.

Estos pequeños huertos enriquecerán la dieta diaria con un aporte de frutas y verduras, suministrando vitaminas, proteínas, energía y elementos que mejoraran directamente la nutrición y salud de la comunidad. Como consecuencia del autoabastecimiento el gasto familiar destinado a la alimentación se verá reducido, favoreciendo un ahorro para paliar otro tipo de necesidades primarias.

La Mujer es el principal actor social implicado en este proyecto, dado que en India, desde antaño, ha sido ella quien ha asumido la responsabilidad del cuidado de los Huertos Familiares. Durante generaciones la mujer ha sido transmisora de esta cultura campesina de la agricultura de patio, que se complementaba con la cría de aves y el cuidado de vacas y búfalos.

Recuperar esta cultura campesina que con los años se ha ido perdiendo es otro de los objetivos de este proyecto.

También se pretende crear 200 Huertos Escolares en escuelas de la Fundación Vicente Ferrer y 12 Huertos Escolares Terapéuticos, en centros residenciales para niños ciegos, sordomudos y discapacitados mentales.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y BENEFICIARIOS

El proyecto se desarrolla en el Distrito de Anantapur, Estado de Andrha Pradesh, en India. La Fundación Vicente Ferrer trabaja desde hace más de treinta años en dicho Distrito con un amplio proyecto de desarrollo integral.

En un principio el proyecto estaba destinado a cubrir 250 aldeas, pero las peticiones aumentaron hasta alcanzar 300 aldeas. Una media de 20 familias por aldea, pertenecientes a la casta de los dalits (los intocables) y grupos tribales, solicitaron participar en el proyecto. Igualmente el proyecto se implanta en 200 escuelas y 12 centros para niños con discapacidades. En total se estima que alrededor de 40.000 habitantes del Distrito de Anantapur se beneficiarán directamente del proyecto.

RELACIÓN DEL PROYECTO CON UN PROGRAMA MÁS AMPLIO

El presente proyecto es parte de un programa más amplio de desarrollo rural integral que cubre alrededor de 1.500 aldeas en el Distrito de Anantapur. Dicho programa integral implementado por Fundación Vicente Ferrer tiene los siguientes objetivos:

a) Medidas para aliviar la pobreza. Dirigidas principalmente a las comunidades más pobres de las aldeas, es decir, dalits (los intocables) y grupos tribales. En este contexto las medidas incluyen desarrollo educativo, salud de la comunidad, desarrollo de la mujer, construcción de casas, actividades de generación de ingresos para la comunidad y otros programas relacionados.
b) Medidas para mitigar la sequía y desarrollo del medio ambiente, dirigidas a toda la población de la aldea para el desarrollo y gestión de todos lo recursos naturales. Las medidas incluyen: conservación del suelo, recogida de agua pluvial, desarrollo de la vegetación, mejora de los sistemas agrícolas, horticultura, agroforestación y reforestación. Estas actividades se enmarcan dentro del proyecto denominado «Desarrollo Integral de Cuencas Hidrográficas».

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A grandes rasgos la situación de las zonas rurales del Distrito de Anantapur es la siguiente:

Economía

Escasos recursos económicos en la población rural marginada: Dalits (los intocables) y grupos tribales.

Economía rural dependiente de la agricultura, el 70% de la población India depende de la agricultura.

En el Distrito de Anantapur el principal cultivo extensivo es el cacahuete, con precios a la baja y grandes pérdidas de cultivo como consecuencia de la sequía, lluvias tardías, plagas y enfermedades.

Ecología - agricultura

La orografía del Distrito se caracteriza por ser una extensa llanura con una muy escasa vegetación boscosa. El régimen pluviométrico es de 500 mm anuales, los cuales se reciben en la estación del monzón, de agosto a octubre. Se define este Distrito como semiárido con una clara tendencia a la desertización. Es el segundo Distrito de la India con mayor propensión a la sequía.

El suelo agrícola es caracterizado como Red Soils, Suelos Rojos, formados a partir de la degradación del granito, con un 20% de arcilla, es un suelo pesado, pH entre 6.5 y 7.5, niveles de materia orgánica muy bajos (0,2%) y con tendencia a la salinidad debido a la condición semiárida del Distrito.

El sistema agrícola del Distrito de Anantapur es de escasa biodiversidad, se basa en el monocultivo del cacahuete. Girasol, mijo, arroz, algodón y maíz son otros cultivos importantes en la zona. El 10% de la superficie destinada a uso agrícola es de regadío. Son escasos los cultivos hortícolas y frutales, ya que requieren de agua de riego.

En agricultura se realizan grandes aplicaciones de fertilizantes y pesticidas químicas. La relación directa entre agricultor y vendedor de agroquímicos provoca este uso excesivo y falta de información en cuanto a niveles de aplicación y medidas de protección. Las variedades híbridas están entrando con fuerza, desplazando las variedades locales. El conocimiento campesino se está perdiendo gradualmente como consecuencia de la creciente ruptura entre hombre y naturaleza.

Sociedad

La extensión del Distrito de Anantapur es de 20.000 km^2 y cuenta con una población estimada en 4 millones de habitantes.

Se padecen claras deficiencias nutricionales en la población rural, debidas a una escasez de vitaminas, proteínas y minerales en la dieta diaria (basada casi exclusivamente en arroz y muy pocas verduras como acompañamiento: tomate, chili, cebolla y ajo. La población del Sur de Asia padece los niveles más bajos de Vitamina A de todo el mundo, la deficiencia de hierro es también muy acusada (HUSSAIN, FAO, 1997) En India 207 millones de personas sufren desnutrición. La mitad de los niños menores de cinco años sufren insuficiencia ponderal y retraso del crecimiento (FAO). De esta malnutrición se derivan problemas de raquitismo, anemia, ceguera infantil, sistema inmunitario débil, etc.

En las aldeas existe un difícil acceso por parte de las familias con escasos recursos a las fuentes de nutrición (principalmente frutas y verduras) debido a una a:

Ausencia en las aldeas de un mercado local con variedad de frutas y verduras en su oferta. Los mercados se concentran en los núcleos urbanos, más poblados y con facilidad de acceso.

Escasos recursos económicos en la familia.

El sistema social está dividido tradicionalmente en castas, no contemplada esta división en la Constitución. La casta de los Dalits (los intocables) y grupos tribales viven separados de las aldeas. Disponen de un mínimo acceso a la propiedad de tierra, siendo esta normalmente de difícil uso agrícola y sin posibilidad de riego. El acceso al trabajo de estas castas es escaso, incierto, temporal y con salarios muy bajos (un dólar por día para hombre y 3/4 de dólar para mujeres).

Los escasos recursos económicos de la población rural provocan el éxodo a las zonas urbanas donde se encuentran con la marginación y pésimas condiciones de vida.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

- Mejorar la calidad de vida de la población rural del Distrito de Anantapur.
  Mejorar de la nutrición y salud de la población con la ingesta de frutas y verduras.
  Mejorar el nivel adquisitivo de las familias económicamente marginadas.
- Recuperar y promover el conocimiento campesino a través de los huertos familiares.
  Promover una agricultura familiar de autoabastecimiento con diversidad de cultivos en las familias más necesitadas de la población rural.

  Evitar la pérdida del conocimiento campesino y promover su transmisión intergeneracional. La Mujer es base y eslabón fundamental de este conocimiento campesino.

  Acercar esta agricultura familiar de autoabastecimiento a los niños, a través del Huerto Escolar.

  Promover entre los niños discapacitados una actividad de huerto escolar, lúdica, terapéutica, educativa y posible puente para la inserción laboral en un entorno rural complejo que rechaza la discapacidad física y/o psíquica.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se pretende promocionar el huerto familiar como una herramienta útil contra la desnutrición y mejora de la calidad de vida de las familias rurales con escasos recursos, es decir las castas Dalits y grupos tribales. Para ello se actúa en 300 aldeas, seleccionando 6.000 familias y 200 escuelas. Se repartirá, a cada una de estas familias y escuelas, una cantidad suficiente de diferentes semillas hortícolas y árboles frutales para poder crear un huerto que suministre un aporte de vitaminas, energía, proteínas y elementos esenciales para una alimentación más adecuada. A su vez estos huertos servirán de foco para que otras familias adopten el mismo modelo de autosuficiencia.

Los principales proveedores de alimento en el Tercer Mundo son las mujeres y los pequeños campesinos que trabajan con la biodiversidad. Y, al contrario de la opinión dominante, sus pequeñas parcelas basadas en la biodiversidad son más productivas que los monocultivos industriales (VANDANA SHIVA, 2000).

La Mujer es protagonista de este proyecto, desde antaño ha sido quien se ha encargado de esta labor en la vida familiar.

Las semillas hortícolas que se distribuyen no híbridas y con tradición agrícola en este Distrito de India.

Las plantas de mango, sapota y gouva se encargaron a viveros locales ya que contaban con el material vegetal y dominaban las técnicas de injerto de estas especies. Por el contrario los cocoteros, papayas, plantas de curry y drum stick se producen en viveros de la Fundación, ya que las técnicas de multiplicación son más sencillas y no requieren de una infraestructura especial para tal fin.

Descripción de un huerto familiar

Estos pequeños huertos se ubican junto al hogar familiar, en la misma aldea, en el espacio disponible que rodea a la casa. Se fundamentan en un sistema mixto de frutales y cultivos hortícolas, aromáticas y medicinales. La asociación y rotación de cultivos de tradición local, junto con la fertilización orgánica y el conocimiento campesino, forman la base de esta agricultura.

El mismo sistema se utiliza para el Huerto Escolar.

La fertilización se basa en la aplicación de materia orgánica procedente de restos de cocina, restos de cosecha y deyecciones del ganado que convive en gran número en las aldeas.

Para el control de plagas y enfermedades, y dada la proximidad y lo reducido del espacio cultivado, se promueve principalmente el control manual y la aplicación tradicional de derivados del Nim (árbol ampliamente extendido en todo el Distrito).

Descripción de la ayuda aportada a cada familia y escuela

A cada familia beneficiaria se le suministra un paquete con 16 variedades de semillas hortícolas, 6 árboles frutales y 1 planta de curry leaf (hoja de curry):

- HORTÍCOLAS:
  Tomate: *Lycopersicon esculentum*; Chili: *Capsicum annum var. annum*; Berenjena: *Solanum melongena*; Palak: *Beta marítima*; Amaranto: *Amaranthus*; Ridge gourd: *Luffa acutangula*; Bottle gourd: *Lagenaria siceria*; Bitter gourd: *Momordica charantia*, Pepino: *Cucumis sativus*; Melón: *Cucumis melo*; Sandía: *Citrullus lanatus*; Cluster beans: *Cyamopsis tetragonoloba*; Kidney beans: *Phaseolus vulgaris*; Beans lima: *Phaseolus lunatus*; Okra: *Abelmoschus esculentus*; Rábano: *Raphanus sativus*.

- FRUTALES:
  Mango: *Magnifera indica*; Sapota: *Acras sapota*; Guava: *Psidium guava*, Papaya: *Carica papaya*; Cocotero: *Cocos nucifera*; Drum stick: *Moringa oleifera*.

- CONDIMENTARIAS
  Planta de curry: *Muralla conegu*

Esta ayuda se ofrece a cambio de una mínima contribución económica, 1/3 de dólar. La experiencia de Fundación Vicente Ferrer ha demostrado que esta mínima contribución ayuda al éxito de los proyectos, pues crea una mayor responsabilidad y compromiso en el beneficiario y en la organización que gestiona el proyecto.

Para las escuelas no hay contribución económica, se reparten más cantidad de semillas y frutales.

Logística

A continuación se describen brevemente algunos aspectos de Fundación Vicente Ferrer que son claves para poder entender el desarrollo de este proyecto:

Fundación Vicente Ferrer cuenta, entre otros, con un Departamento de Ecología donde especialistas en diferentes materias, y con gran experiencia en el desarrollo de proyectos, han sabido aconsejar y reconducir este proyecto.

La Fundación abarca todo el Distrito de Anantapur, dividiéndose este en 5 Regiones, con una oficina regional por región. Cada una de las regiones se divide en 5 áreas, y cada una de las áreas posé a su vez una oficina rural. Las áreas se dividen a su vez en grupos de 10 aldeas, llamadas *clusters*, con un responsable de la Fundación por cluster. En cada aldea encontramos un responsable de la comunidad.

Para dirigirnos a las mujeres de las aldeas, clave de este proyecto, lo hacemos a través de los *Shangams*, asociaciones de mujeres creadas por la Fundación. El papel de estos Shangams se centra en salvaguardar los derechos de la mujer, actuando en su desarrollo educativo y económico. Hay que tener en cuenta que la mujer se encuentra fuertemente discriminada en la India rural.

Para trabajar con las escuelas de la Fundación lo hacemos directamente con el profesor rural encargado.

Gracias a esta amplia red se ha podido difundir el proyecto, recoger las peticiones por parte de los beneficiarios, así como sugerencias y observaciones, distribuir los paquetes de semillas y difundir consejos para un mejor cultivo. Cuando llegue el momento de distribuir los frutales (desde agosto hasta septiembre) se hará uso de esta misma red.

Algunas de estas oficinas rurales de la Fundación son también vivero de producción de planta forestal para repoblación, por lo que se han podido adaptar fácilmente a la producción de papayas, cocoteros, curry leaf y drum stick que requería este proyecto.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

Económicos

- Autoabastecimiento alimentario parcial que supone un ahorro económico en la compra de alimentos.
- Estabilidad frente a imponderables: sequía, plagas, catástrofes naturales, aumento de precios de los alimentos, crisis económica.
- Posible fuente de trueque ante crisis económico-sociales.

Ecológicos-agrícolas

- Aumento de la diversidad de cultivos.
- Recuperación y refuerzo del conocimiento campesino.
- Mejora del entorno rural con mayor cobertura vegetal. Hecho muy importante en esta parte de lndia donde el calor alcanza los 47ºC a 50ºC en verano. La sombra de árboles como el mango, sapota, gouva y los cocoteros crean un clima más soportable, reduciendo además la incidencia del sol directo en el suelo, hogares y escuelas.
- Uso más eficiente de los residuos orgánicos propios de la actividad familiar en la aldea.
- Menor requerimiento de insumos exteriores.

Sociales

- Autosuficiencia alimentaria parcial, que asegura cubrir la necesidad humana básica: la alimentación.
- Aumento de la calidad de vida y del entorno rompiendo la cadena de dependencia de factores externos.
- Mayor estabilidad de la comunidad.
- Recuperación del papel de la mujer en la producción de alimentos de primera necesidad y transmisora de este conocimiento.
- Sistema más robusto y diverso, más estable y sostenible.

Beneficios del huerto escolar

En primer lugar hay que aclarar que estos Huertos escolares se desarrollan en un ambiente rural, por lo que los niños ya conocen el entorno, la naturaleza, los ciclos de la vida, etc. Lo importante es que mostramos a los niños un modelo sencillo y que podrán repetir en su familia, en el presente, dirigiéndose a sus padres, y en el futuro, cuando sean responsables de la alimentación de sus hijos.

- Actividad lúdica y didáctica a la vez. Desarrolla habilidades sociales: trabajo en grupo, responsabilidad, etc.
- Es una puerta abierta donde se aprenden valores ecológicos.
- Se enseña a los niños un sistema válido para su futuro, que asegurará una mejor nutrición para el y su familia.

Beneficios del huerto escolar terapéutico

El trabajo con niños ciegos, sordomudos y discapacitados mentales en un huerto escolar es altamente enriquecedor. Podemos ver como los niños ciegos descubren un nuevo mundo, a tientas, pero con una gran sonrisa en los labios. Los niños sordomudos no paran de comunicarse mediante signos cuando están en el huerto, son gratamente expresivos y podemos intuir que puede ser un futuro oficio para estos niños. Los niños que padecen algún trastorno o retraso mental son muy trabajadores, se relajan en el huerto, se fijan mucho, se sienten útiles cuando cogen una herramienta y se maravillan viendo una mariposa, o una flor nueva en el huerto.

Podemos decir que además de todos los beneficios del Huerto Escolar, el Huerto Terapéutico tiene, por la condición especial de los niños, los siguientes beneficios:

- Desarrolla el sistema psicomotriz, sobre todo en niños con problemas mentales cuyos movimientos son inseguros o descoordinados. También en niños ciegos con miedo al «exterior no conocido».
- Ayuda a relajarse, elimina estrés y tensiones.
- Ayuda a sentirse útil, integra en la vida social, puede ser un trabajo para el futuro.
- Ayuda a mejorar la nutrición de estos niños, pues residen en el propio centro y lo que produce el huerto lo disfrutan en la comida.

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

Hasta ahora las actividades más relevantes que se han realizado en este proyecto son:

- Estudio de la situación, análisis de posibles soluciones y redacción del proyecto.
- Financiación del proyecto.
- Puesta en marcha, difusión del proyecto en las aldeas.
- Recogida de peticiones por parte de los beneficiarios, escuelas y centros.
- Reparto de herramienta en centros de discapacitados.
- Puesta en marcha de viveros de producción de frutales.
- Distribución de semillas.

COMUNIDAD DE ENFERMOS DE LEPRA DE KUDERU, UN CASO ESPECIAL

Fuera de toda previsión la comunidad de enfermos de lepra de Kuderu, compuesta por 78 miembros, solicitó participar en el proyecto, pero de una manera especial:

Dado que muchos de los enfermos no pueden trabajar, por estar totalmente incapacitados, propusieron crear un huerto comunal en el que todos los miembros que pudieran trabajar participarían con su esfuerzo y voluntad, repartiendo posteriormente los beneficios entre todos.

El Gobierno de Anantapur también está ayudando a esta comunidad suministrando plantas de mango con las que la comunidad podrá iniciar una actividad económica.

Actualmente Fundación Vicente Ferrer trabaja en esta misma comunidad arreglando los techos de las pequeñas casas en las que vive esta gente. El monzón está por llegar y un techo seguro será el mejor regalo para esta gente.

La fuerza, fe y la capacidad de estas gentes para sobrellevar una vida tan dura me conmovió tanto que no pude evitar hacer mención en esta comunicación.

NOTA ACLARATORIA

El objeto de esta comunicación para este V Congreso de la SEAE, I Congreso Iberoamericano de Agroecología, es dar a conocer una experiencia real, posible y necesaria para disminuir el sufrimiento en el mundo. La estructura de Fundación Vicente Ferrer y la experiencia del personal que en ella trabaja han hecho posible que este proyecto se esté realizando con éxito.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal de Fundación Vicente Ferrer, especialmente a Vicente Ferrer y Anne Ferrer, por el trabajo que realizan día a día para resolver la pobreza y el sufrimiento. A la Delegación de la Fundación en Valencia, José Pablo Gadea, Sergio Moratón, Durga y Pilar. A todos aquellos que han ayudado a financiar éste y tantos proyectos. A Sir Chalapathi y Sir Muralin Mohan Rao por su ayuda diaria. Igualmente agradezco a mi familia y amigos repartidos por todo el mundo su apoyo y confianza. A Nacho por su grata visita, fotos, abrazos y consejos. Agradezco encarecidamente a Noe su inestimable ayuda, compañía y cariño. A todas las gentes de Anantapur y las sonrisas con que siempre me han recibido. Doy gracias a todos los que luchan, a los que no se quedan impasibles, a los que sueñan con los pies en la tierra. A todos y a Dios, gracias.

Gaia y agroecosistemas ¿organismos saludables?

A. MOLINA

Departamento de Química y Análisis Agrícola. E.T.S.I.Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Fax: 91 336 56 39. Correo electrónico: amolina@qaa.etsia.upm.es

RESUMEN

Se relaciona el concepto de agroecosistema como organismo vivo con el del planeta Tierra, un organismo vivo según la hipótesis Gaia de J. Lovelock.

Una vez descritas algunas de las características de los «grandes organismos» se plantean tres contenidos de filosofía y práctica en los que se fundamenta una nueva perspectiva del concepto de salud de dichos organismos.

Finalmente se considera la salud como resultado de un proceso equilibrado de captación, transformación y devolución entre estos organismos y su entorno.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura Ecológica se fundamenta en una nueva visión científica, que está emergiendo y sustituyendo a la antigua concepción mecanicista.

Según algunas de las nuevas teorías (BOHN, 1998) la naturaleza está viva, desde las partículas subatómicas hasta las galaxias y todos los organismos que viven en ella contienen sus propios principios organizativos.

Además, la materia que constituye cualquier organismo no es más que una forma de energía, con una frecuencia de vibración que somos capaces de percibir con nuestros sentidos.

En Agricultura Ecológica hablamos del organismo agrícola, una entidad, una totalidad diferente de la suma de sus partes, ya que por interacción de sus componentes (de energía en perpetuo movimiento) surgen lo que en ecología se denominan propiedades emergentes.

En esta comunicación, ampliación de otra anterior (MOLINA, 2000), se trata de relacionar el concepto de agroecosistema como organismo vivo con el del planeta Tierra, un organismo vivo en el que se desarrollan y evolucionan los otros organismos de acuerdo con la hipótesis Gaia (LOVELOCK, 1992), *«el avance más significativo de la biología en los últimos 20 años»*, según Lorimer (2000).

Posteriormente, una vez consideradas algunas de las características de los «grandes organismos» se abordan los principios que permiten alcanzar y mantener sistemas agrícolas saludables.

AGROECOSISTEMA Y GAIA

Entender el concepto de agroecosistema como un organismo vivo no es fácil. Para ello es muy útil la hipótesis Gaia, según la cual nuestro planeta hay que considerarlo también como un organismo vivo, con una geosfera, una hidrosfera y una atmósfera en las que la vida de otros organismos se forma y evoluciona. Es decir, hay una ecosfera, dentro del organismo (Madre Tierra según muchas culturas) en la que la vida evoluciona.

Dentro de él, a su vez, están establecidos biohábitats específicos, dentro de los cuales hay familias, clases y especies de organismos vivientes.

Todo ello supone que se puedan considerar las diferentes «capas» como vivas y, en cierto sentido, conscientes.

Además, hemos de tener en cuenta que las «capas» no se detienen ahí. Dentro de cada organismo existen órganos, tejidos, células, estructuras intracelulares, el ADN, constituidos a su vez por átomos, estructurados a su vez en nuevas «capas».

Con esta imagen de muñeca rusa, ¿cómo conseguir el concepto de organismo?

Vamos a tratar tres cuestiones de las planteadas por Lovelock.

La primera de ellas se refiere a la descripción del organismo. Lovelock describe a un organismo vivo como el que:

- Tiene definidos los límites exteriores o sus fronteras.
- Absorbe energía libre, sea la luz del sol o la energía química potencial almacenada en la materia.
- Excreta productos residuales altos en entropía.
- Mantiene un alto nivel de desequilibrio interno.
- Mantiene un medio interno constante, a pesar de las condiciones externas.

Todo ello podríamos resumirlo como:

Está vivo todo lo que metaboliza y se autorregula

Desde estas premisas sí es posible entender el comportamiento del organismo agrícola como «ente vivo» análogo al del planeta Tierra.

Apliquemos las ideas de Lovelock al agroecosistema.

Tiene definidos los límites exteriores o sus fronteras

El organismo agrícola tiene definidos unos límites, en ocasiones muy manifiestos, cuando, por ejemplo, se establecen setos.

Absorbe energía libre

El organismo agrícola, en particular, al igual que el planeta en su conjunto, absorbe la luz del sol y la energía química almacenada en las sustancias que se utilizan en el abonado.

Excreta productos residuales, altos en entropía

En el organismo agrícola se produce una degradación de los compuestos, y algunos de los metabolitos (especies más pequeñas que las originales y por tanto de mayor entropía) son emitidos a la atmósfera o lixiviados.

Mantiene un alto nivel de desequilibrio interno

En los agroecosistemas caracterizados por una gran biodiversidad se consigue un alto grado de actividad dentro del organismo.

Mantiene un medio interno constante, a pesar de las condiciones externas

Este medio interno constante ante cambios, como los climáticos o de cultivos, se consigue en el agroecosistema con un buen diseño en el que se integran diferentes componentes. A ello contribuyen componentes como setos, estanques de agua o un suelo rico en materia orgánica.

Otro aspecto importante de esta hipótesis es que según ha investigado Margulis (1990) las alfombras bacterianas tienen varias capas que interaccionan entre sí, con un tipo de organización análoga al de los tejidos vivos, por lo que la Tierra no sólo está viva en el sentido obvio de grandes organismos, sino que también el suelo está altamente organizado. Esto corrobora lo que sustentamos desde la Agricultura Ecológica de considerar al suelo como un ente vivo, que podríamos, según es fácil deducir, concretar como el órgano metabólico del organismo agrícola, con sus tejidos formados por los microorganismos que existen en él.

La segunda cuestión se refiere a la capacidad de autorregulación del organismo. Según la hipótesis de Lovelock la interacción recíproca de los organismos y su entorno, producida al evolucionar el planeta, ha dado lugar como propiedad emergente a un sistema autorregulador, de control. Este sistema, que se llama Gaia, tiene una sensibilidad debida a la vista, tacto, experiencia, consecuencia de los aparatos sensoriales de los individuos que estamos evolucionando en el planeta.

Como indica Margulis (1990): «Si cada organismo individual es capaz de sentir, y todos estos organismos interaccionan entre sí de formas complejas, ¿por qué no creer que la sensibilidad es una propiedad del sistema planetario en su conjunto?».

¿Y por qué no creer lo mismo para el agroecosistema?

Cuando se resalta la importancia de la biodiversidad se pretende un mejor control de plagas, favorecer el mutualismo, un mejor reciclado de nutrientes, un uso más eficaz de la energía y una estabilidad, lo que conlleva una reducción del riesgo. Es decir, todas ellas son propiedades que implican una capacidad de autorregulación del agroecosistema. Cabe pensar que la biodiversidad permite, como propiedad emergente, que se desarrolle un sistema autorregulador semejante al de Gaia.

La tercera cuestión se refiere a la salud del organismo. El plante Tierra, según la hipótesis Gaia, es un organismo vivo que puede experimentar tanto la salud como la enfermedad, una idea análoga a lo que tenemos del organismo agrícola.

«No venimos a este mundo,
salimos de él, como brotan las yemas
de las ramas y las mariposas de las crisálidas.
Somos un producto natural de esta tierra,
y si somos seres inteligentes
sólo es porque somos los frutos
de una tierra inteligente…»

Watson (2000)

SALUD DEL ORGANISMO AGRÍCOLA

Desde esta visión de organismo es más fácil abordar el aspecto de salud del agroecosistema.

Damos una importancia especial a este concepto porque entendemos que en él está una de las claves diferenciadoras entre la agricultura convencional y la Agricultura Ecológica.

Buscar la salud implica un nuevo paradigma en nuestra cultura, en la que impera el conocimiento de describir y tratar la enfermedad.

La salud desde la nueva perspectiva puede basarse en tres contenidos fundamentales de filosofía y práctica.

El primer contenido es que *el organismo agrícola, con el ser humano incluido, es una unidad tanto en su estado de salud como de enfermedad*.

En este sentido es esclarecedor recordar las ideas de Garrido (1998): «Si el ecosistema es estudiado como un todo, dichas «enfermedades» del medio natural se convierten en actividades humanas «desequilibradoras»… Al final, todas estas actividades pueden referirse a desequilibrios sociales y económicos, que están así mismo relacionados con desequilibrios a nivel interno del ser humano y su capacidad de percepción, asimilación y materialización de sí mismo y de lo que le rodea».

Esto significa que:

- Cada parte del organismo influye sobre la otra.
- Cada parte del organismo es esencial para determinar el comportamiento de toda la unidad.
- Los síntomas de enfermedad ponen de relieve unas causas que afectan a todo el organismo.
- El organismo hay que considerarlo como una totalidad unificada. Por tanto, si sana uno de sus componentes sana el conjunto.

El segundo contenido es que *la estructura y la función están recíprocamente interrelacionadas*.

Es decir, el modo en que la estructura de esa unidad se mantiene afecta al modo en que ésta funciona y viceversa. De ahí la importancia de aplicar a los agroecosistemas las ideas sobre estructura y función desarrollada por la ecología (GLIESSMAN, 1997).

El tercer contenido es que *esa unidad es capaz de autosanarse.*

En otras palabras, esa unidad tiene capacidades innatas de curarse si se dan las condiciones adecuadas para que los mecanismos de curación se manifiesten, para que sea eficaz su mecanismo de autorregulación.

En este sentido es interesante una frase muy conocida en salud humana, y también aplicable a los agroecosistemas: «Libremos al organismo de sus toxinas, alimentémoslo correctamente y estará hecho el milagro de la salud». Con estas actuaciones es más fácil que sea eficaz la acción del sistema autorregulador del organismo.

NO HAY VIDA SIN INTERCAMBIO, NI SALUD SIN UN BUEN INTERCAMBIO

La vida se manifiesta por la capacidad de un organismo de transformar la energía que existe en su medio natural obteniendo así la energía que necesita para sus propios fines. Es decir, la vida es más que captar energía. Es un proceso equilibrado de captación y devolución, que pasa por la etapa de transformación.

Es decir, el cuerpo del organismo (planta, animal, persona, agroecosistema, ecosistema, comarca o planeta).

1. Capta energía del medio.
2. Transforma esa energía.
3. Da energía al medio.

Durante este proceso, en el organismo vivo se «traducen» las energías ambientales en energías individuales, mediante las funciones metabólicas. Así, el agroecosistema metaboliza la energía recibida del sol y sus nutrientes, lo que llamamos abonos o fertilizantes.

Paralelamente, las funciones catabólicas revierten las energías modificadas por el organismo al exterior.

De acuerdo con lo anterior el organismo tiene buena salud cuando realiza la trinidad de funciones de forma armoniosa:

1. Absorbe la suficiente energía.
2. Transforma de ella la que necesita para su continuidad.
3. Revierte al exterior todos sus excedentes.

Si alguno de los tres mecanismos se altera, se pierde el estado de salud y puede ocurrir en cualquiera de los tres casos.

1. Tomar energía en exceso o no suficiente.
2. No aprovechar suficientemente la energía tomada.
3. Descargar en exceso o en defecto.

En el agrosistema estos mecanismos pueden estar alterados, por ejemplo:

1. Tomar energía en exceso o no suficiente

Puede existir un exceso o defecto de abonado o de luz solar.

2. No aprovechar suficientemente la energía tomada

No haya suficiente biodiversidad, el manejo no sea correcto (como un abonado en épocas inadecuadas), o no haya suficientes componentes bióticos en el suelo.

3. Descargar en exceso o en defecto

Si el sistema metabólico del organismo no funciona bien, o los nutrientes no se aportan en el momento y en la forma adecuada pueden producirse estos desequilibrios. Así, si a un suelo muy tratado con agroquímicos se añade paja hay un defecto en el proceso de degradación. No funciona bien el sistema metabólico del agroecosistema porque hay pocos componentes bióticos, «poca vida» en ese suelo.

Cuando se abona el suelo en verano, hay mucha degradación de la materia orgánica y las plantas no son capaces de absorber todos los nutrientes liberados. Se produce un exceso de lixiviados, por no ser el momento adecuado de realizar el abonado. Lo mismo puede ocurrir cuando se abona con fertilizantes muy solubles.

Pero un desequilibrio altera las condiciones del «cuerpo del organismo» y lo puede inutilizar parcialmente como un lugar en el que pueda circular libremente la energía. Es decir, la enfermedad es síntoma de una desarmonía, que no ha podido ser amortiguada por el sistema autorregulador del organismo.

Los nuevos paradigmas a tener en cuenta serían:

- Un organismo en armonía es saludable.
- La salud puede entenderse como resultado de una capacidad de adaptación.
- En Agricultura Ecológica existen unos principios generales que permiten desarrollar y mantener agrosistemas saludables.

BIBLIOGRAFÍA

BOHM, D. (1998). «La totalidad y el orden implicado». Ed. Kairós. Tercera edición.

GARRIDO, M.; MATAS, M. (1998). «Evaluación de la salud del ecosistema: indicadores para la conversión a la agricultura ecológica». Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). Pamplona.

MOLINA, A. (2000). «¿Por qué se necesita una nueva mirada de la ciencia? Ecoagricultura, ecomedicina y nuevos paradigmas científicos». IV Congreso de SEAE. Córdoba.

GLIESSMAN, S.R. (1998). «Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture». Ed. Ann Arbor Press.

MARGULIS, L. (1990). «Lynn Margulis entrevistada por Fritjog Capra» Integral, nº 125, p. 276.

WATSON, L. (2000). «Gifts unknown things». En: «Del ciclo de la mesa. El significado espiritual de la alimentación y las fiestas gastronómicas en la cultura del mundo». D. Altman. Ed. Integral, p. 268.

LORIMER, L. (2000). «El espíritu de la ciencia». Ed. Kairós, p. 24.

LOVELOCK, J. (1992). «Gaia. Una ciencia para curar el planeta». Ed. Oasis (Integral).

Beneficios derivados de la agricultura ecológica

XAVIER SIMÓN , M. DOLORES DOMÍNGUEZ[1], ANTONIO M. ALONSO, GLORIA I. GUZMÁN[2]

[1] Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Vigo. Tfno.: (986)812512. Correo electrónico xsimon@uvigo.es

[2] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004 Córdoba. Tel. (957) 218541. Fax (957) 218563. Correo electrónico: ec1segue@uco.es

RESUMEN

La agricultura europea se encuentra en una encrucijada. Por una parte, el modelo agrario modernizador, si bien logró superar la situación de dependencia en el suministro de alimentos que padecía Europa, ha generado un conjunto de problemas económico-financieros, sociales y ecológicos que lo convierten en inválido para construir el «nuevo mundo rural europeo». En segundo lugar, la situación a la que se ha llegado no ha sido consecuencia de la actuación de las libres fuerzas de mercado, sino una apuesta consciente en términos de política agraria tanto desde la UE como desde los respectivos gobiernos nacionales. La agricultura ecológica es, desde nuestro punto de vista, una respuesta global a la crisis agraria actual y no simplemente un nuevo sector agrario que diversifica la actividad agraria.

INTRODUCCIÓN

La Segunda Guerra Mundial dejó sumida a Europa en una situación económica precaria. La urgente necesidad de alimentar a una población que carecía de lo más básico indujo a los gobiernos de los países afectados a desarrollar políticas de ayuda a la actividad agraria, intentando paliar la insuficiencia alimentaria existente.

En este marco se firmó el Tratado de Roma en 1957, a través del cual se fue desarrollando, principalmente a partir de 1964 con la creación del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrario, una Política Agraria Común (PAC) que mantenía entre sus objetivos aumentar la productividad de la agricultura, asegurar un nivel de vida de la población rural equiparable al del resto de la población y estabilizar los mercados agrarios. Para ello, se impulsó una «agricultura moderna» que, siguiendo las directrices de la denominada Revolución Verde, estaba basada en la adopción de nuevas tecnologías (mecánicas, biológicas y químicas) por parte de los agricultores y ganaderos.

Los efectos de esta modernización agraria no se hicieron esperar y ya en los inicios de los 70 se habían producido incrementos notables en la productividad de la tierra y de la mano de obra en muchos países europeos, con el consiguiente aumento de la rentabilidad de aquellas explota-

ciones agrarias que mejor y más habían adoptado el modelo modernizador. Por otra parte, la agricultura europea no sólo alcanzó la autosuficiencia en muchos productos, sino que en un breve período de tiempo se convirtió en exportadora de productos agrarios por primera vez en la historia. El éxito económico de la apuesta modernizadora, sin embargo, vino acompañado de numerosos problemas en los ámbitos social, económico y ecológico. El desarrollo seguido por las agricultoras europeas, en los últimos 50 años, nos permite hablar de un doble fracaso. En primer lugar, el modelo agrario modernizador si bien logró superar la situación de dependencia en el suministro de alimentos que padecía Europa, ha generado todo un conjunto de problemas económico-financieros, sociales y ecológicos que lo convierten en inválido para construir el «nuevo mundo rural europeo». En segundo lugar, la situación a la que se ha llegado no ha sido consecuencia de la actuación de las libres fuerzas de mercado, sino una apuesta consciente en términos de política agraria tanto desde la UE como desde los respectivos gobiernos nacionales.

La constatación de algunos de los problemas apuntados, junto al clima de redefinición del concepto de desarrollo, iniciado a escala global desde el Informe Bruntland de finales de los ochenta (ALONSO y SEVILLA, 1995), lleva a las autoridades europeas a plantear algunas reformas de la PAC y a elaborar documentos de un calado mayor introduciendo el desarrollo sostenible como un objetivo político general y el desarrollo rural como un objetivo de la política agraria comunitaria. En este sentido, es de destacar las reformas de la PAC emprendidas desde 1992, con objetivos extensificadores y de apoyo al interés ecológico de la actividad agraria, que suponen también reformas de los mecanismos financieros de esa política. Más recientemente, la conocida como Agenda 2000, en la que se da cabida al desarrollo sostenible como una necesidad para preservar los recursos humanos y materiales del medio rural, y en el que se establecen las perspectivas generales de desarrollo de la UE y sus distintas políticas en la primera década del siglo XXI. Los objetivos que se plantean con respecto a la PAC son altamente novedosos al incorporar cuestiones como la calidad de los productos alimenticios, la garantía a los agricultores de un nivel de vida equitativo, la integración de los objetivos medioambientales, el fomento de una agricultura sostenible, la creación de puestos de trabajo y el impulso de otras fuentes de ingresos para los agricultores y sus familias, entre otros.

Por otra parte, la Comisión Europea considera que en los próximos años el papel de la política agroambiental será cada vez más importante, constituyendo un pilar básico del desarrollo sostenible de las áreas rurales y un instrumento clave para dar respuesta a la creciente demanda de bienes y servicios medioambientales. Todos estos cambios en el diseño de las políticas agrarias comunitarias requieren, a continuación, de medidas positivas en términos legislativos y financieros, ya que, de lo contrario, serían simples enunciados que nos colocan en la onda mediombientalista pero que no dejarán de ser meros alardes, incapaces para modificar la dinámica del mundo rural europeo.

Para superar esta situación creemos que es necesario reconocer el otro de los fracasos apuntados: es el modelo agrario modernizador, el inspirado en los principios de la Revolución Verde, el que ha entrado en una crisis profunda. En consecuencia, es necesario definir nuevos sistemas productivos y de consumo. El resultado final no ha de ser, desde nuestro punto de vista, un mundo rural dual: agricultura convencional que replica el modelo modernizador con producciones homogéneas que sigan generando las externalidades económicas, sociales y ecológicas comentadas, aunque atenuadas por los nuevos mecanismos de la política agraria; y agricultura que produce calidad, más empleo y más renta y que cumple con los objetivos medioambientales previamente fijados.

En este trabajo[1] defendemos que la agricultura ecológica es una respuesta adecuada para corregir los problemas comentados. Esto es, la agricultura ecológica no debe ser considerada únicamente como una componente del nuevo desarrollo rural sostenible que cohabita con producciones convencionales tratando de apropiarse de cuotas de mercado, sino como una respuesta global a los modelos agrarios convencionales.

Al plantear la cuestión de esta forma surgen numerosos interrogantes sobre diversas cuestiones. ¿Qué calidad nutricional tienen esos productos? ¿Tiene, la agricultura ecológica, capacidad para generar el empleo y la renta que fijen población en el mundo rural? ¿Es capaz de producir sin incurrir en las externalidades negativas asociadas a las producciones convencionales? En lo que sigue de este trabajo intentaremos responder a algunas de las cuestiones planteadas.

SOBRE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA Y LA SUSTENTABILIDAD AGRARIA

Si consideramos a la agricultura ecológica como algo más que una simple componente del desarrollo rural que vendría a responder a las nuevas demandas ambientalistas, y pensamos en ella como un sistema productivo con implicaciones en el ámbito ecológico, político, económico y cultural, tendremos que responder a otras cuestiones como son: su capacidad para hacer frente a los volúmenes de producción exigidos, su capacidad para servir de mecanismo que genere empleo y rentas que fijen población en el mundo rural y su menor contribución a la generación de externalidades negativas.

Nuestra hipótesis es que mediante la agricultura ecológica se puede obtener más renta y más empleo que con la agricultura convencional, y que, a su vez, esos resultados son alcanzados con una mayor eficiencia energética, generando menores externalidades negativas y produciendo alimentos de mayor valor nutricional. Con los argumentos que presentamos en este apartado creemos que la hipótesis se convierte en tesis y que tan solo el marco institucional en el que se desarrolla la actividad económica puede explicar que la agricultura ecológica aún ocupe unas posiciones tan marginales en el ámbito de la agricultura europea en general y española en particular.

Los beneficios socioeconómicos derivados de la agricultura ecológica

Básicamente, los impactos sociales y económicos derivados de la agricultura ecológica, que sirven para resaltar el papel crucial que juega en la sustentabilidad agraria, son de tres tipos: mayor renta para los productores agrarios, mayor empleo rural y mayor valor nutricional de los productos alimenticios. A continuación mostramos distinta evidencia empírica que sustenta nuestra hipótesis: la mayor capacidad relativa de la agricultura ecológica para producir beneficios sociales y económicos.

Los resultados que mostramos solamente tienen en cuenta los intercambios monetarios que tienen lugar en las condiciones actuales de mercado. Esto es, consideramos los pagos realmente realizados en términos de precios y de pagos compensatorios en todo tipo de producciones. Para que nuestra hipótesis se convierta en tesis no requerimos de cambios institucionales que reconozcan externalidades positivas y negativas de las distintas opciones productivas agrarias. Si se tuvieran en cuenta tales externalidades, es evidente que la agricultura convencional no podría competir con la agricultura ecológica, aunque en este trabajo no nos ocuparemos de esta cuestión.

Tabla I. Impacto socioeconómico de la agricultura ecológica irlandesa en 1998

Ganadería Ecológica (Euros/Explotación) (1)

	Carne vacuno		Carne ovino	
	Convencional	**Ecológico**	**Convencional**	**Ecológico**
Ingreso total	22.182,32	19.456,20	28.966,53	23.852,03
De los cuales: pagos directos	11.508,91	5.955,07	16.066,00	7.595,57
Costes directos	5.805,24	3.646,69	7.448,28	2.563,60
Margen bruto	16.377,08	15.809,51	21.519,52	21.288,43
Costes cenerales	6.880,71	3.739,38	7.452,09	6.188,70
Renta Agraria Familiar	9.497,64	12.070,13	14.067,43	15.099,73

Grano ecológico (Euros/Ha) (1)

	Extra ingreso total	Costes variables totales extras	Margen bruto extra
Avena	286,64	–6,27	292,92
Trigo	167,42	–269,83	437,25

Horticultura ecológica (Euros/Ha) (2)

	Agricultura ecológica	Agricultura convencional	Valor añadido extra
Horticultura, predominando zanahoria	8.213,94	1.624,00	6.589,94
Horticultura, predominando patatas	3.063,88	341,56	2.722,32

Fuentes: (1) WESTERN DEVELOPMENT COMMISSION (2000), (2): BORD BIA (2000)

Tabla II. Impacto socioeconómico de la agricultura ecológica en España (saldo ecológico-convencional, en euros/ha)

	Extra ingreso	Extra costes trabajo	Extra gasto maquinaria	Extra gastos fertilizante	Extra gastos semilla	Extra gastos agua	Extra gastos plaguicidas	Otros costes extra	Extra VA
Olivo (1)	315	79	–17	12			3	10	229
Cultivo hortícola (2)	517	385	–18	120	–192	6	–90	-175	307

Fuentes: ALONSO y GUZMÁN (2001), ALONSO y col. (2001)

Tabla III. Resultados económicos de experiencias de producción ecológica versus convencional ((Ecológico/Convencional)x100)

	SWEEZEY y col. (1994)	Haniotakis (1997)	BAARS y VAN HAM (1997)
	Manzana	**Olivar**	**Vacuno de leche**
Precio/Unidad de producto	100†	121,1	
Ingresos brutos/Ha	132		
Costes variables/Ha			99,5
Coste de trabajo/Ha	109,5	105-110	
Costes fijos/Ha			126
Coste total/Ha	113		116
Margen bruto/Ha		133,3	
Margen neto/Ha	235		115,5

Fuente: Adaptado de GUZMÁN y col. (2000)

En las tablas I, II y III se muestran ejemplos de resultados económicos comparados de experiencias de producción ecológica y convencional de diversos países y sectores productivos. A partir de estos y otros (OFFERMANN y NIEBERG, 2000) datos puede afirmarse que la producción ecológica de alimentos contribuye, en términos relativos, en mayor medida al bienestar económico de los productores que la agricultura convencional. Esto es, cada hectárea de tierra destinada a la producción ecológica de alimentos es capaz de generar más valor añadido que si la destinamos a la producción convencional: por ejemplo, producirá 307 euros más por hectárea si el uso dado fuese hortícola y 229 si dedicada a olivar ecológico (ver tabla II); 292 y 437 euros más en la producción de avena ecológica y trigo ecológico en Irlanda, respectivamente. Por otra parte, en términos medios, la renta agraria familiar derivada de la producción de carne de bovino en sistema ecológico supera los 2.500 euros en relación con la producción convencional, mientras que la producción ecológica de carne de ovinos supone algo más de 1.000 euros para la explotación ecológica que para la convencional, ambos datos referidos a la agricultura irlandesa.

Es necesario precisar que las comparaciones de los datos de los cuadros anteriores resultan excesivamente forzadas ya que los indicadores finales no son los mismos y las formas de cálculo varían de unos trabajos a otros. Por otra parte, ya que la agricultura ecológica requiere, en general, una mayor dotación en capital fijo que la agricultura convencional, siempre será un mejor indicador el margen neto que el bruto. En este sentido, los resultados de SWEEZEY y col. (1994) y BAARS y VAN HAM (1997), para cultivo ecológico de manzana y leche, respectivamente, nos permiten afirmar que el margen neto, ya descontadas las amortizaciones y todos los gastos variables, es superior en el cultivo ecológico: 2,35 y 1,15 veces, respectivamente. Es decir, aunque la situación puede ser muy variable, no sólo por el tipo de cultivo, sino también por el tamaño de la finca y el nivel de intensificación (ZANOLI y FIORANI, 1997; OFFERMANN y NIEBERG, 2000; BAARS y VAN HAM, 1997), los resultados muestran que las rentas que obtiene el productor son siempre mayores en el manejo ecológico que en el convencional.

En contra de esta virtud de la agricultura ecológica, mayor capacidad relativa de generar renta para los productores, se puede argumentar diciendo que es una situación coyuntural, fruto del so-

breprecio de los productos ecológicos y que desaparecerá conforme se elimine ese diferencial. Sin duda que el «premio» recibido es un buen impulso para estas iniciativas pero, según los datos del caso irlandés, aun en caso de no existir ese extra precio, la renta final disponible para las familias sería mayor en el caso de la agricultuira ecológica como consecuencia de los menores costes variables (observemos lo que sucede en la producción de grano ecológico). Por otra parte, imaginar que el precio va a bajar puede ser incorrecto. Los precios son más altos respondiendo a parámetros de calidad: los precios no son más altos para mantener los niveles de rentabilidad. El diferencial de precio refleja, según nuestro análisis, la mayor calidad del producto ecológico, al estar libre de productos químicos de síntesis y obtenido siguiendo las pautas marcadas por los ciclos naturales, así como un cierto comportamiento estratégico del productor, quien conoce la disposición a pagar un tanto por ciento más por parte de un determinado grupo de individuos.

Otro impacto económico importante de la agricultura ecológica se refiere al empleo generado. Ya que uno de los principios inspiradores de la agricultura ecológica es el aprovechamiento al máximo de los recursos localmente disponibles y la sustitución de los controles químicos por interacciones agroecosistémicas (GUZMÁN y col., 2000; ALTIERI, 1987; GLIESSMAN, 1989), requiere de adicional participación de fuerza de trabajo. Es por ello que los costes de la fuerza de trabajo son superiores en la agricultura ecológica, tal y como podemos observar en los datos de ALONSO y GUZMÁN (2001) y ALONSO y col. (2001) para la agricultura ecológica española, y en los de SWEEZEY y col. (1994) y HANIOTAKIS y FIORANI (1997). En efecto, la agricultura ecológica requiere dedicar más horas al manejo de la finca, lo que se traduce en un aumento del coste de la mano de obra: en general, según PADEL y LAMPKIN (1994), el nivel de empleo generado con el manejo ecológico se encuentra entre el 10-25% por encima del manejo convencional. Lo que actualmente supone un coste y un impedimento al avance de este tipo de agricultura, se convierte en el resultado económico deseado desde el punto de vista de la sostenibilidad agraria: más empleo en el mundo rural que revitalice nuestra agricultura, evite la erosión demográfica e impida el barbecho improductivo.

Es posible que el avance de este tipo de agricultura genere pérdidas de empleo en algunos de los sectores actualmente suministradores de insumos químicos agrarios, aunque quizá no muy grandes al estar ya estas compañías desarrollando insumos ecológicos. En cualquier caso, también es cierto que conforme se están desarrollando otros cambios estructurales en otros ámbitos sociales, se están generando nuevas oportunidades de empleo y nuevas rentas que absorben la demanda de trabajo existente. En relación con la agricultura ecológica están surgiendo nuevas actividades económicas y, consiguientemente, nuevos empleos: investigación básica y aplicada para la mejora de la agricultura, nuevos canales de comercialización controlados por los propios productores o por asociaciones y cooperativas de consumidores de consumidores, nuevas rentas derivadas de programas de manejo del paisaje y conservación de la biodiversidad, y rentas y empleos adicionales en agroturismo ligado a formas de producción respetuosas con los recursos naturales, entre otros (FAIR, 2001).

Un tercer impacto social positivo vendría expresado por lo que la agricultura ecológica supone en términos alimenticios: la mayor calidad de los alimentos permite desarrollar procesos dietéticos más equilibridos y sanos, evitándose la generación de problemas sanitarios. Tal y como apunta Naredo (1991), los trabajos de investigación nos permiten apuntar que existen tres importantes diferencias en la calidad de los alimentos ecológicos y convencionales, como consecuencia de la utilización de productos químicos en el proceso productivo. La primera es que los productos ecológicos suelen tener más materia seca y menos agua por unidad de producto fresco. En segundo lugar, el uso intensivo de fertilizantes nitrogenados suele estar acompañado de pérdida en la calidad de las proteínas de los productos obtenidos, provocando, al mismo tiempo,

el incremento del nitrógeno y los aminoácidos no esenciales. Finalmente, este autor señala que los productos ecológicos contienen mayor cantidad de vitaminas y oligoelementos.

En resumen, más renta para los productores, más empleo en el mundo rural y alimentos más sanos, éstos son los tres grandes beneficios socioeconómicos derivados de la agricultura ecológica.

Los costes socioambientales evitados con la agricultura ecológica

Los beneficios asociados con la agricultura ecológica pueden ser de dos tipos. Por una parte, los que ella produce directamente, entre los que se encuentran los enumerados en el subapartado anterior. Por otra parte, también son beneficios imputables a este sistema productivo los derivados de los costes evitados en relación con la agricultura convencional. Esto es, si somos capaces de producir alimentos sin incurrir en «externalidades», tan indeseables como la intoxicación de seres humanos, estaremos evitando el coste de compensación del daño causado. Otros costes evitados son hipotéticos: es decir, son costes evitados a los que aún nadie ha hecho frente. Aunque imaginemos, tal y como se hace en los modelos económicos convencionales, que en el futuro van a ser más ricos y que el esfuerzo de soportar esos costes va a ser menor, estaremos evitando, con las prácticas agrarias de la agricultura ecológica, que esos previsibles «pequeños» costes tengan que ser cubiertos.

Así, resulta posible enumerar un conjunto de «externalidades positivas» de la agricultura ecológica que nos permiten fortalecer nuestra afirmación inicial: este sistema productivo presenta ventajas comparativas con la agricultura convencional.

El desarrollo de las fuerzas productivas basadas fundamentalmente en la utilización de recursos no renovables se inició hace apenas dos siglos, siendo su ritmo de crecimiento especialmente rápido y virulento a partir de los años cuarenta del siglo XXI. Ello ha ocasionado efectos negativos sobre los recursos naturales abióticos y los propios seres vivos, incluido el ser humano. Aunque destacan por la magnitud de sus efectos las actividades industriales, la agricultura industrializada no se mantiene ajena a los mismos. En la tabla IV se esquematizan las principales externalidades que la agricultura, industrializada según los parámetros de la Revolución Verde, contribuye a generar. Para minimizar estos problemas, la agricultura ecológica aplica una serie de prácticas agrícolas replicables en diversas condiciones: surcos en contorno, zanjas o acequias de infiltración, terrazas de formación lenta, siembra de cultivos en callejones, andenes o terrazas de absorción, control de cárcavas, cultivos de cobertura, uso de residuos vegetales, laboreo de conservación, rotaciones y asociaciones de cultivos, siembra de franjas en contorno, adición de materia orgánica, utilización de variedades y razas (en muchos casos locales) y cambios en el uso de la tierra, entre otros. Aunque todas ellas son importantes en determinadas condiciones, de forma genérica, se podría decir que los pilares básicos de la agricultura ecológica en relación con la minimización de externalidades son el aporte de materia orgánica y la no utilización de productos fitosanitarios. Aportando materia orgánica los beneficios resultantes son múltiples (GUZMÁN y col., 2000), dado su papel en los procesos químicos y en las propiedades físicas de los suelos, a saber: incrementa la capacidad de intercambio catiónico (y aniónico), regulariza los niveles de disponibilidad de nutrientes y agua, activa la edafogénesis (formación de suelo), contribuye a inactivar los plaguicidas, incrementa el poder tampón del suelo (capacidad para impedir cambios bruscos como una variación del pH), favorece la formación de agregados, contribuye a minimizar las pérdidas de nutrientes, mejora la infiltración de agua, contribuye a reducir las pérdidas de agua por evaporación e intensifica la aireación del suelo.

Tabla IV. Externalidades negativas de la agricultura industrializada sobre los recursos naturales y los seres vivos

RECURSO	ACCIONES	EXTERNALIDAD	EJEMPLOS
SUELO	– Eliminación de flora arvense – Laboreo excesivo y profundo – No reposición de materia orgánica – Quema de residuos de cosechas	– Erosión hídrica y eólica	– Estados Unidos pierde más de 1.000 millones Tm de suelo al año, equivalentes a 300.000 Ha de cultivos
	– Sobrepastoreo – Riego con agua salobre – Aplicación de plaguicidas y abonos industriales	– Degradación química y exceso de sales	– Alrededor de 100 millones de Ha (la mitad de las que se irrigan en el mundo) se ven afectadas por esta externalidad
	– Laboreo excesivo y profundo – No reposición de materia orgánica – Quema de residuos de cosechas – Aplicación de plaguicidas y abonos industriales	– Degradación biológica y física	– Se está eliminando la vida microbiana beneficiosa, con la consiguiente reducción de la fertilidad del suelo a largo plazo
ATMÓSFERA	– Extracción, transporte y combustión de combustibles fósiles – Producción y aplicación de plaguicidas y abonos industriales – Quema de residuos de cosechas – Sobreacumulación de estiércol	– Efecto invernadero y cambio climático – Reducción de la capa de ozono – Lluvia ácida – Polución	– La Selva Negra alemana está perdiendo un tercio de sus árboles
AGUA	– Aplicación de plaguicidas y abonos industriales – Sobreacumulación de estiércol – Agricultura de regadío	– Contaminación de los recursos marinos y fluviales	– En España el 40% de los embalses está eutrofizado o mesoeutrofizado
RECURSOS GENÉTICOS	– Siembra de híbridos y variedades exógenas, y explotación de razas de ganado con base genética reducida e inadaptada a ecosistemas locales – Utilización de cultivos transgénicos	– Pérdida de diversidad genética y conocimiento agropecuario	– Se han extinguido la mitad de las razas de ganado que existían en Europa a principios de siglo
VIDA SALVAJE	– Aplicación de plaguicidas y abonos industriales – Quema de residuos de cosechas – Agricultura/ganadería intensiva	– Disfuncionalidades fisiológicas – Muerte	En Bélgica los plaguicidas han contribuido a la eliminación de más de 60 especies vegetales y la muerte de numerosas aves[7]
SERES HUMANOS	– Aplicación de plaguicidas y abonos industriales – Agricultura de monocultivo, escasa diversidad genética y dieta poco variada	– Disfuncionalidades fisiológicas – Muerte	– Los plaguicidas kepone y metoxicloro, entre otros, y los nitratos causan diversos problemas en el sistema reproductor[8]

Fuente: Adaptada de GUZMÁN y col. (2000)

En resumen, son muchos los efectos negativos conocidos científicamente, y aún más los no conocidos, que numerosas sustancias y procesos de la agricultura industrializada ocasionan sobre los recursos naturales y los seres vivos. En cambio, la agricultura ecológica, basada en el enfoque sistémico e integrador de la agricultura tradicional y en los principios de la Ecología (ALTIERI, 1987; GLIESSMAN, 1989), tiene entre sus objetivos minimizar los efectos negativos sobre los recursos naturales (suelo, atmósfera, agua, recursos genéticos, vida salvaje) y los seres humanos. En este sentido, la agricultura ecológica permite realizar una agricultura sustentable, contribuyendo a paliar la crisis ecológica que vivimos sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras, al evitar ciertas externalidades sociales y ambientales ineludiblemente asociadas al modelo agrario dominante.

A MODO DE CONCLUSIÓN

La agricultura ecológica goza de diversas ventajas en relación con la agricultura convencional. A su mayor capacidad de generación de empleo y renta hay que añadir el o desdeñable hecho de producir alimentos de mayor calidad energética y nutritiva, así como, y no menos importante, su menor nivel de generación de externalidades ambientales y sociales. Los diversos beneficios que hemos discutido existen pero no han sido un elemento catalizador suficiente para la transformación y superación del modelo agrario vigente. Todo lo contrario, la agricultura ecológica aún representa pequeños porcetajes de SAU o de mercado, tanto en la UE como en España. Las razones que explican su lento crecimiento tenemos que buscarlas en el marco institucional actual. No existen problemas de índole estrictamente técnica que impidan su avance (existe numerosa producción científica de variedad de experiencias que avalan y definen estrategias de resolución de los diversos problemas a los que se enfrentan los productores ecológicos), tan solo grupos de poder organizado con intereses en la agricultura convencional y consumidores escasamente informados que compran en función de variables ajenas a la calidad de los alimentos y a sus consecuencias socioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A.; SEVILLA, E. (1995). «El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad». En Cadenas Marín, A. (Ed.). *Agricultura y Desarrollo Sostenible*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

ALONSO, A.M.; GUZMÁN, G.I. (2001). *Producer and consumer associations of ecological produce in Andalucia*. Working Paper for the research programme «The Socio-economic Impact of Rural Development Policies: Realities & Potentials» (FAIR CT 98-4288). Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba, Córdoba.

ALONSO, A.M.; JIMÉNEZ, M.; GUZMÁN, G.I. (2001). *The Production of organic olive oil: the OLIPE co-operative in the Pedroches region*. Working Paper for the research programme «The Socio-economic Impact of Rural Development Policies: Realities & Potentials» (FAIR CT 98-4288). Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba, Córdoba.

ALTIERI, M.A. (1987). *Agroecology: the Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Westview Press. Boulder, Colorado.

BAARS, T.; VAN HAM, P.W.M. (1997). «Future conversion of organic dairy farming in relation to EU Regulation». In *Steps in the Conversion and Development of Organic Farms*. Proceedings of the Second ENOF Workshop. Barcelona, 3-4 October 1996, pp. 113-121.

BORD BIA (2000). «Prospects for organic foods in Ireland».

FAIR (2001). *The Socio-Economic Impact of Rural Development Policies: Realities and Potentials.* Second Consolidated Progress Report (CT98-4288).

GLIESSMAN, S.R. (Ed.) (1989). *Agroecology. Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag. New York.

GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA, E. (Eds.) (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.

HANNIOTAKIS, G.E. (1997). «From conventional to organic olive culture». In: *Steps in the conversion and development of organic farms.* Proceedings of the second ENOF Worshop, Barcelona, 3-4 octubre.

NAREDO, J.M. (1991). «Sobre la relación calidad-precio de los productos ecológicos», en *Cuadernos del Banco de Crédito Agrícola*, nº 3, pp. 37-59. Subdirección de Estudios. Madrid.

OFFERMANN, F.; NIEBERG, H. (2000). *Economic Performance of Organic Farming in Europe*. Organic Farming in Europe. Economics and Policy, volume 5. University of Hohenheim. Stuttgart.

PADEL, S.; LAMPKIN, N.H. (1994). «Conversion to Organic Farming. An Overview». In Lampkin, N.H. & Padel, S (Eds.), *The Economic Organic Farming. An International Perspective*. Cab International. Wallingford (UK), pp. 295-313.

SWEZEY, S.L.; RIDER, J.; WERNER, M.R.; BUCHANAN, M.; ALLISON, J.; GLIESSMAN, S.R. (1994). «In Santa Cruz County Granny Smith conversions to organic show early success». In *California Agriculture*, Vol. 48, nº 6, pp. 36-44.

WESTERN DEVELOPMENT COMMISSION (2000): «Blueprint for organic production in the western region». Draft report Octobre 2000 (Inédito).

ZANOLI, R.; FIORANI, S. (1997). «Determinants of the performance of a sample of organic farms in Central Italy». In *Steps in the Conversion and Development of Organic Farms*. Proceedings of the Second ENOF Workshop. Barcelona, 3-4 October 1996, pp. 63-68.

NOTAS

[1] Algunos de los datos utilizados en el presente trabajo han sido obtenidos a partir del proyecto «The Socio-Economic Impact of Rural Development Policies: Realities and Potentials», financiado por la Comisión Europea (FAIR CT98-4288) y el Gobierno español a través del Plan Nacional de I+D+I (SEC2000-1777-CE).

Evaluación de sustentabilidad de la explotación hortícola convencional y ecológica. Estudio de casos en Asturias[1]

SANTIAGO BOBO MARIÑO

Universidades de Santiago de Compostela y de Tras-os-Montes e Alto Douro. Mayo 2002

RESUMEN

En este estudio se emplea la metodología MESMIS para el análisis de la sustentabilidad en base a indicadores seleccionados para el estudio comparativo de tres explotaciones hortícolas profesionales en Asturias, dos en manejo convencional y una en producción ecológica.

Los 56 indicadores agrupados en 26 criterios de diagnóstico de los 5 atributos de la sustentabilidad, ofrecen resultados muy favorables a la explotación ecológica en casi todos los indicadores, especialmente significativos en los correspondientes a los atributos de la sustentabilidad de: productividad, estabilidad y autonomía, presentando resultados algo superiores a las explotaciones convencionales en los atributos de equidad y adaptabilidad.

Los factores claves de que la sustentabilidad del caso ecológico estudiado sea 2,5 veces superior a los convencionales, son su integración en una pequeña organización cooperativa de comercialización, la práctica de la agricultura ecológica con varios años de experiencia, y las actitudes personales hacia el aprendizaje, la innovación, el medio ambiente y las relaciones sociales.

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Se realiza un estudio de casos reales de explotaciones hortícolas en activo, que sirva para comparar la gestión de explotaciones con sistema de manejo convencional y ecológico.

Para no caer en un enfoque parcial y perder la visión global de la explotación, el estudio parte de un enfoque de sistemas, que pretende un análisis comparativo global de las explotaciones. El objeto de la comparación es el sistema de gestión global de la explotación, no es sólo el subsistema de producción ni sólo el subsistema de la comercialización, como tampoco caer en un enfoque por disciplinas y analizar sólo los aspectos técnicos, económicos, sociales o comerciales de la explotación.

Para poder abarcar la globalidad de la gestión de la explotación, se evalúa la sustentabilidad de las explotaciones, con cada sistema de gestión. Se parte de un concepto amplio de sustentabilidad que tiene en cuenta: la viabilidad económica, la equidad social y la conservación del medio ambiente, como aspectos interrelacionados, en oposición al enfoque reduccionista de la

Agricultura Sostenible, que sólo pretende disminuir los impactos ambientales de la agricultura (GARCÍA TRUJILLO, 2001).

El estudio se realiza con la limitación de centrarse solamente en unos pocos casos concretos, donde prevalecen las características particulares en la gestión de la explotación, sin embargo los datos y resultados expuestos son perfectamente generalizables al sector hortícola del norte y centro de la península en particular, pero se pretende que las recomendaciones generales sean válidas para cualquier subsector agrario, estableciendo las correspondientes salvedades de cada caso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se escogen tres explotaciones representativas del sector, es decir: explotaciones hortícolas profesionales, caracterizadas por: una superficie productiva mínima de 0,5 Ha, un invernadero, una orientación productiva destinada al mercado y más de 10 años de actividad ininterrumpida.

Para evitar la influencia de factores ambientales naturales y de proximidad a mercados, las explotaciones escogidas pertenecen todas a la misma comarca de los municipios del centro de Asturias, entre los principales núcleos urbanos.

Las dos explotaciones convencionales evaluadas representan el 1,03% de las explotaciones con invernadero y el 10,7% de la superficie hortícola de invernadero de Asturias (INE, 1997). Mientras que la ecológica supone el 4,5% de los productores hortofrutícolas y el 5,2% de la superficie hortícola inscrita en producción ecológica (MAPA, 2000). Por sus características, las tres explotaciones escogidas representan el sector hortícola más profesional de Asturias en manejo convencional y ecológico.

Para evaluar la sustentabilidad se emplea el marco MESMIS: marco de evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales en base a indicadores de sustentabilidad. El marco de evaluación se elabora de forma específica para el sistema concreto a evaluar. Se seleccionan indicadores en cada atributo de la Agricultura Sustentable: productividad, estabilidad, adaptabilidad, equidad y autonomía, a partir de los puntos críticos del sistema a evaluar para una serie de criterios de diagnóstico (MASERA y col., 1999).

Se establece una comparación relativa entre el sistema de referencia: las explotaciones convencionales y el sistema alternativo: la explotación ecológica. Los resultados se expresan de forma relativa en porcentaje del valor del indicador para el caso ecológico respecto a la media de los convencionales, de valor 100%. Los resultados de indicadores cuantitativos se relacionan directamente como porcentaje, los indicadores cualitativos se puntúan la respuesta con un 1 o 0 según la respuesta sea deseable o no deseable y se establece la relación de respuestas deseables del caso ecológico respecto de los convencionales. Todos los resultados por indicador se integran por criterio de diagnóstico y por atributo de sustentabilidad, hasta una representación agregada total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados de los indicadores integrados por criterio de diagnóstico, en negrilla, en tablas de cada atributo de sustentabilidad.

Tabla I. Indicadores del atributo de productividad

Criterio de diagnóstico e indicadores	Puntuación Ecológico/Convencional
Rendimiento económico:	**321%**
Valor actual neto (VAN)	694%
Renta mínima equivalente por trabajador	107%
Rendimiento económico neto anual de la tierra	94%
Coste anual total por superficie (se suma el inverso de 35%)	286%
Rendimiento económico neto anual del trabajo	425%
Rentabilidad económica	**608%**
Tasa interna de rendimiento (TIR)	631
Relación: Beneficio / Coste actualizados	186%
Relación: VAN / Inversión	1176%
Plazo de recuperación de las inversiones (suma inverso de 22,8%)	439%
Productividad de los recursos naturales: la tierra	**161%**
Rendimientos medio por superficie de los cultivos	122%
Aportes de fertilizantes por superficie (se suma el inverso: 50%)	200%
Eficiencia en el uso de recursos	**139%**
Balance energético: energía producida / energía consumida	187%
Consumo de energía por producción obtenida (suma el inverso de 110%)	90,9%
TOTAL PRODUCTIVIDAD Ecológico / Convencional = 100	**307%**

Los resultados de indicadores económicos muestran una mayor rentabilidad de la explotación ecológica, a pesar de que tiene una superficie hortícola (0,5 Ha), la mitad de los casos convencionales, y genera un 50% de los ingresos brutos anuales que éstas. Tiene un rendimiento de la tierra similar y un mayor rendimiento del trabajo, destacando que el beneficio neto actualizado calculado para una tasa de actualización del 4% con financiación propia de las inversiones, es 7 veces mayor en el caso ecológico.

Estos resultados se explican porque la explotación ecológica tiene unos costes por superficie 2,86 veces menores, sobre todo por requerir menor intensidad del trabajo por superficie. Esto se debe a tener una mayor superficie dedicada a cultivos de aire libre, que permite reducir el coste del trabajo por superficie a la cuarta parte, sobre todo en labores culturales. El manejo ecológico permite también mantener en buenas condiciones sanitarias los cultivos y realizar 3 veces menos aplicaciones de fitosanitarios.

El precio de venta de la explotación ecológica de los productos comunes a las tres explotaciones ecológicas es un 42% superior, pero este factor es relativo porque se comprueba que todos los indicadores de rentabilidad siguen siendo superiores en el caso ecológico aún con un precio de venta igual que los casos convencionales.

La productividad de la tierra presenta resultados variables por cultivo, pero similares en general. El consumo en fertilizantes orgánicos es incluso mayor en los casos convencionales, aunque la aplicación de fertilizantes de origen mineral es la mitad en el caso ecológico, de productos naturales autorizados en la producción ecológica.

El balance energético de la explotación resulta que la energía consumida por Kg de producto es similar en todos los casos (2,5 a 2,7MJ/kg), mientras que el índice de energía producida en-

tre la energía consumida es siempre deficitario, siendo el caso eco de 0,689, un 1,87 veces mayor que las convencionales, lo que se debe al gran peso de la amortización energética de las inversiones.

Tabla II. Indicadores del atributo de estabilidad

Criterio de diagnóstico e indicadores	Puntuación Ecológico/Convencional
Estabilidad del marco económico	**166%**
Certidumbre o estabilidad sentida de: beneficios, producciones y costes	3 / 1 (producciones)
Confiabilidad de los resultados económicos (suma de inversos)	**757%**
Sensibilidad del VAN a variaciones en la inversión	(21%)
Sensibilidad del VAN a variaciones en los costes anuales	(4,5%)
Sensibilidad del VAN a variaciones en los ingresos anuales	(14%)
Estrategias o mecanismos de reducción de riesgos	**150%**
Diversificación de la producción	250%
Seguros contratados	50%
Calidad de vida sentida	**133%**
Motivación, satisfacción laboral, residencial y económica	3 / 2, menos laboral
Continuidad de la explotación: relevo generacional inseguro	**100%**
Evolución y tendencia del sector: variación de la superficie cultivada	**480%**
Conservación recursos productivos: la tierra	**300%**
Contenido de materia orgánica del suelo	100%
Aplicación de plaguicidas (gr./m²) (se suma el inverso de 20%)	500%
Estabilidad ecológica del agroecosistema	**396%**
Biodiversidad espacial (invierno-verano)	400 – 466%
Biodiversidad temporal	443%
Tratamientos fitosanitarios anuales aplicados (nº) (suma inverso 500%)	(32%)
TOTAL ESTABILIDAD Ecológico / Convencional = 100	**310%**

La estabilidad sentida del marco económico, de la producción, beneficios y costes, es muy superior en el caso ecológico, como también la confiabilidad de los resultados económicos ante variaciones en inversión, costes y beneficios anuales, gracias a los menores costes de producción, que permite reducir la sensibilidad de la rentabilidad a las variaciones de precios de venta y a la demanda del mercado por producto.

Las estrategias de reducción de riesgos son mayores en el caso ecológico, por la mayor diversidad productiva que 5 productos suponen el 51% de los ingresos, mientras que solo con 2 productos se supera 80% de los ingresos en las explotaciones convencionales.

La calidad de vida sentida es muy similar en todos los casos, algo mejor en el caso ecológico, debido a la motivación productiva y a que disponen de tiempo para vacaciones.

La continuidad de la explotación es un aspecto crítico en todos los casos.

La evolución del sector indica una tendencia de retroceso del 30% de la superficie hortícola convencional (GOBIERNO DEL PRINCIPADO, 2000) y un aumento del 450% de la superficie hortofrutícola ecológica en los últimos 10 años: 1989-1999 (COPAE, 2001).

La conservación de la tierra como recurso es mayor en la explotación ecológica, debido sobre todo a aplicar 5 veces menos productos fitosanitarios, aunque el contenido en materia orgánica del suelo es similar y superior al 4% en los tres casos.

La estabilidad del ecosistema es mucho mayor en el caso ecológico por su biodiversidad, con 28 hortalizas distintas, respecto a 5 o 7 de las explotaciones convencionales y a aplicar 3 veces menos número de tratamientos fitosanitarios.

Tabla III. Indicadores del atributo de adaptabilidad

Criterio de diagnóstico e indicadores	Puntuación Ecológico/Convencional
Nivel de información sobre el entorno del sector Publicaciones recibidas y fuentes de información profesional	**133%** (2 / 1,5)
Capacidad de aprendizaje Estudios académicos y cursos de agricultura realizados (horas)	**150%** (2 / 1)
Capacidad de cambio e innovación Generación o adopción de técnicas e interés en nuevos métodos	**133%** (2 / 1,5)
Alternativas disponibles ante cambios en el entorno Alternativas disponibles productivas y comerciales y salidas ante crisis	**150%** (2 / 1)
TOTAL ADAPTABILIDAD Ecológico / Convencional = 100	**142%**

Todas las explotaciones son similares en los indicadores de nivel de información sobre el sector agrario y su entorno, siendo algo superior en el caso eco por recibir mayor nº de publicaciones agrarias periódicas, como también la capacidad de cambio e innovación técnica, porque participan en los ensayos del Centro de Experimentación Agraria de Villaviciosa y desarrollaron nuevas asociaciones de cultivos, además de haber acometido la reconversión a la producción ecológica.

Los indicadores donde muestran más variación son los de la capacidad de aprendizaje, que es mayor en el caso ecológico y los de disponibilidad de alternativas ante una crisis, debido a que dispone de salida comercial hasta el consumidor.

La participación en los ingresos de la cadena comercial es del 70% del PVP en el caso ecológico, al realizar la comercialización en cooperativa con venta al público, mientras que en los convencionales es del 53% de media del PVP, siendo este porcentaje muy inferior en las hortalizas de fruto.

La oferta y retribución de empleo y servicios es 1,56 veces superior en un caso convencional, por el tamaño de la explotación.

La distribución del trabajo y decisiones en la familia responde al mismo esquema en todos los casos, como también la ética de producción, al no existir ningún caso con huerto para autoconsumo.

La inserción social de la explotación dada por la colaboración con agricultores y la participación en asociaciones sociales no profesionales es muy superior en el caso ecológico, donde participan de forma activa y con cargos en asociaciones de vecinos.

Las medidas de protección del medio ambiente son mayores en el caso ecológico, que reciclan los residuos orgánicos como abono, y hacen separación domiciliar de basuras.

Tabla IV. Indicadores del atributo de equidad

Criterio de diagnóstico e indicadores	Puntuación Ecológico/Convencional
Participación en ingresos de la cadena comercial: % PVP >50%	134%
Oferta de empleo y retribuciones	**64%**
Empleos y servicios generados	50%
Salarios ofrecidos / salario mínimo (todos >100%)	77%
Distribución del trabajo y responsabilidad en la familia	**100%**
Participación del resto de la familia en el trabajo y en las decisiones	(2 / 2)
Inserción social de la explotación	**200%**
Colaboración con interesados y participación en agrupaciones sociales	(2/ 0)
Ética de la producción: existencia de huerto de abastecimiento: No	**100%**
Medidas de protección del medio ambiente	**150%**
Gestión de residuos y medidas de reducción de impactos ambientales	(2 / 1)
TOTAL EQUIDAD Ecológico / Convencional = 100	**125%**

La autosuficiencia de la producción es mayor en el caso ecológico porque dependen de menos productos comprados, y cada dos años obtienen semillas.

El poder de negociación y de control de aspectos comerciales, al comercializar a través de una cooperativa, es mayor en el caso ecológico, en la que incluso reciben ofertas.

El nivel de organización es muy superior en el caso ecológico al participar en una cooperativa y otras organizaciones del sector ecológico, mientras que en los convencionales no participan en ninguna asociación.

Tabla V. Indicadores del atributo de autonomía

Criterio de diagnóstico e indicadores	Puntuación Ecológico/Convencional
Autosuficiencia de la producción	**150%**
Factores externos críticos y prácticas que reducen la dependencia	(2 / 1)
Control de relaciones con cadena comercial	**150%**
Capacidad de control de la comercialización y poder de negociación	(2 / 1)
Organización sectorial	**200%**
Participación en asociaciones profesionales y sentim. de representación	(2 / 0)
Dependencia de recursos externos	**1.020%**
Consumo de energía anual por superficie (se suma el inverso)	(9,8%)
TOTAL AUTONOMÍA Ecológico / Convencional = 100	**380%**

La dependencia de recursos energéticos, medida por el consumo de energía anual por superficie, resulta en los casos convencionales de 21,98 a 28,42 MJ/m^2, mientras que en el caso ecológico es un 1020% menos, que implica una menor de dependencia de fuentes energéticas no renovables.

Tabla VII. Resumen de resultados de indicadores por atributo de sustentabilidad

Atributos de sustentabilidad	Puntuación Ecológico/Convencional
Productividad	307%
Estabilidad	310%
Adaptabilidad	142%
Equidad	125%
Autonomía	380%
TOTAL SUSTENTABILIDAD Ecológico / Convencional = 100	**253%**

CONCLUSIONES

El caso de explotación hortofrutícola en agricultura ecológica estudiado supera a las dos explotaciones hortícolas profesionales convencionales en casi todos los indicadores de sustentabilidad y de forma muy superior en los indicadores de productividad económica, en los de estabilidad ecológica y los de inserción social y organización. Los tres casos presentan unos resultados de equidad prácticamente iguales y de adaptabilidad algo más favorables al caso ecológico. Una visión global de la sustentabilidad comparada se expone en el gráfico ameba anexo.

Los factores más influyentes en estos resultados son: la comercialización en cooperativa, el cultivo en agricultura ecológica y las cualidades personales de los agricultores.

La comercialización en cooperativa permite mejorar la productividad económica al obtener mejores precios y ahorrar la dedicación y los costes de comercialización, así como tener mayor estabilidad de ventas y de clientes, que a su vez mejora la adaptabilidad comercial, al generar estructuras especializadas. Este factor permite mayor equidad, al derivar la mayor parte de las ganancias al productor y mayor autonomía al ganar poder de negociación y representación.

El cultivo ecológico permite: mayor productividad que permite reducir las necesidades en fertilizantes y trabajo, y también mayores precios de venta. Se gana en estabilidad de ingresos y biológica, por: diversificar los cultivos y conservar el ecosistema, lo que mejora la adaptabilidad a las variaciones del medio natural y del mercado al ampliar la oferta. El cultivo ecológico es más equitativo por mejorar la protección al medio natural y producir alimentos naturales y permite mayor autonomía: al reducir la dependencia de recursos externos a la explotación, con un consumo mucho menor de energía no renovable.

Para que todos estos factores de sustentabilidad puedan tener efecto el factor humano es decisivo: su motivación, interés, capacidad de adaptación, aprendizaje e innovación, habilidades, conocimientos y las fuentes de información en que confíe, así como su visión de la explotación y de la empresa agraria, definirán sus estrategias y orientaciones.

Se puede concluir que las explotaciones en las que se opta por la aplicación de la Agricultura Ecológica presentan tendencias en otros aspectos de la gestión de la explotación como la comercialización, el aprendizaje, la adaptación y las relaciones sociales, que permiten aumentar la sustentabilidad agraria de la explotación en todos sus atributos.

ANEXO GRÁFICO AMEBA

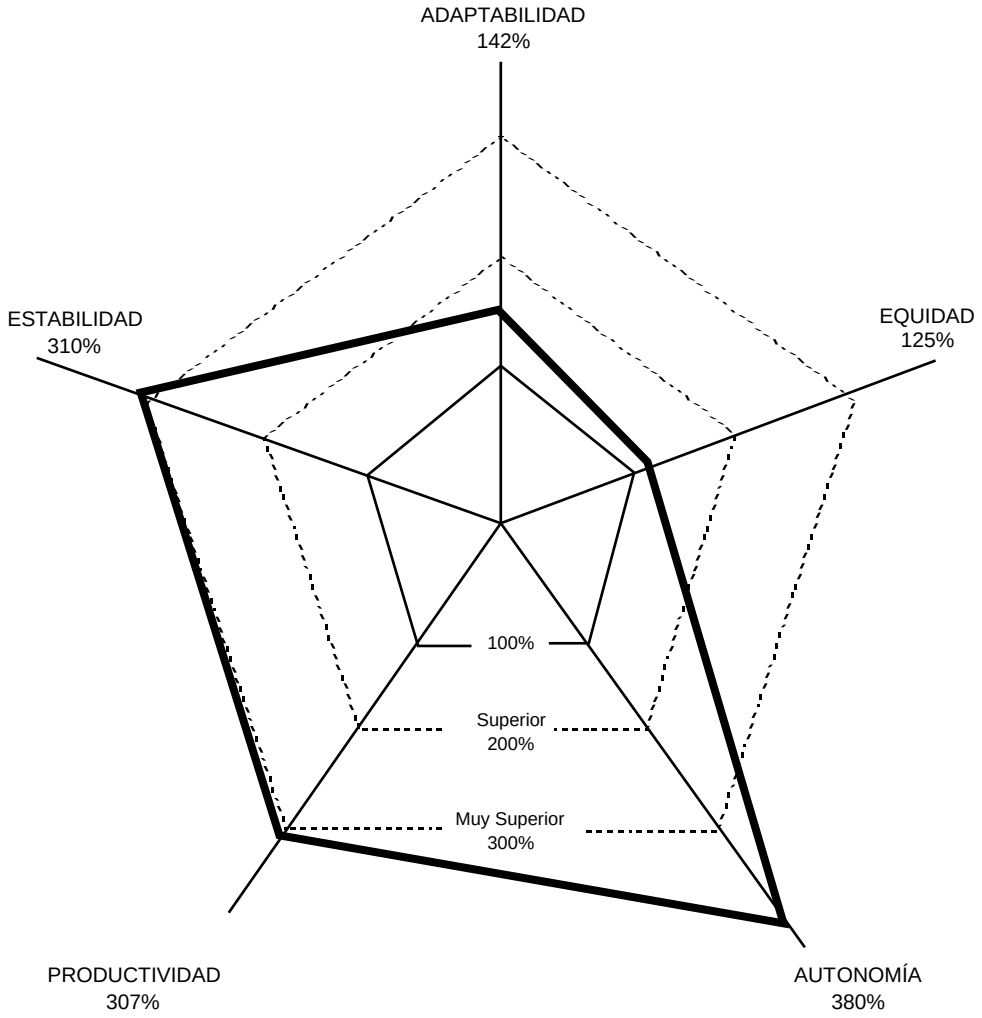


Figura 1. *Gráfico ameba de la sustentabilidad comparada de la explotación en agricultura ecológica respecto a explotaciones convencionales en base a un estudio de casos en Asturias*

Convencional: polígono de línea fina con valor: 100%
Ecológico: polígono de línea gruesa

RECOMENDACIONES

Para hacer una explotación agraria sustentable lo primero es tener una actitud mental positiva hacia el cambio y hacia la ruptura con los esquemas típicos de la agricultura, que permita optar en todos los aspectos posibles por un modelo agrario alternativo al actualmente vigente.

La afición por la agricultura y la concienciación ecológica son fundamentales para que exista una motivación productiva de la que obtener satisfacciones laborales y vitales. La mentalidad ecologista va ligada al interés por la equidad social en aspectos como la calidad de vida y la conservación del entorno y a una ética de trabajo, con límites al deterioro y a la explotación de los recursos naturales.

La capacidad y motivación por el aprendizaje, el interés por informarse y aumentar conocimientos es un aspecto fundamental para cualquier empresa profesional.

La organización para la comercialización es el aspecto que más mejora los resultados económicos, que dependen del volumen y de acortar el canal comercial hasta el consumidor. La rentabilidad mejora sobre todo al integrar la explotación en una organización para la comercialización bajo una fórmula favorable como la cooperativa. Esto requiere un esfuerzo de adaptación a la organización, pero también permite ganar poder de negociación y representación ante otras instancias.

La biodiversidad es un aspecto de gran importancia económica porque permite diversificar la oferta, reducir riesgos, mejorar la estabilidad de ingresos, así como mejora la estabilidad del agroecosistema de la finca, lo que reduce la necesidad de trabajo para equilibrar y mantener el ecosistema productivo.

Las estrategias agrarias que aumentan la sustentabilidad de una explotación hortícola son en general las técnicas de la Agricultura Ecológica: cultivar respetando las rotaciones de cultivos y procurando las asociaciones de cultivos, lo que ahorra trabajo y tinede a la mayor biodiversidad posible dentro de la explotación en cada época del año, realizar un abonado orgánico anual de calidad con compost elaborado con todos los residuos de la explotación e intervenir en el agroecosistema de la explotación lo mínimo posible. Por último tomar todas las medidas posibles que eviten o disminuyan el impacto negativo de la explotación en el medio ambiente.

Las estrategias económicas que aumentan la sustentabilidad son: primeramente reducir las inversiones al mínimo, sobre todo de maquinaria y edificios; reducir al mínimo la compra de productos externos, procurando aprovechar al máximo los recursos de la explotación, sobre todo la obtención de semillas, y procurar que los recursos empleados en la explotación sean recursos locales.

La distribución del trabajo y responsabilidades de la explotación entre géneros y un papel más activo de la mujer en la agricultura, es un aspecto pendiente de equilibrar con implicaciones en diversos aspectos de la sustentabilidad de la agricultura actual.

La continuidad generacional de la explotación agraria es tal vez el aspecto más crítico de la sustentabilidad de la agricultura en el momento histórico actual, que se presenta de forma más generalizada, tanto en explotaciones de gran dimensión, como en las menores de tiempo parcial o en las de resultados más rentables y hasta en las más sustentables.

NOTA

[1] Trabajo final del I Máster Internacional en Gestión del Desarrollo Rural.

BIBLIOGRAFÍA

COPAE (2001). *Listado de productores 2001*. Consejo de la Producción Agraria Ecológica, Posada de Llanera, Asturias.
GARCÍA TRUJILLO, R. (2000). *La sustentabilidad en la agricultura: concepto y evaluación*. ISEC Córdoba.

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS (2000). *Producto neto de la agricultura asturiana 1999.* Consejería del Medio Rural y Pesca, Oviedo.

INE (1997). *Encuesta de estructuras agrarias 1997.* Instituto Nacional de Estadísticas. Madrid.

MAPA (2000). *Estadísticas 2000, Agricultura Ecológica, España.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIADURA, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales, el marco de evaluación MESMIS.* GIRA-Mundi-Prensa, México.

Método e Indicadores para Avaliação de Impactos Ambientais do Sistema de Produção Orgânica de Hortaliças em Estabelecimentos Familiares Rurais[1]

GERALDO STACHETTI RODRIGUES[1], CLAYTON CAMPANHOLA[1], PEDRO JOSÉ VALARINI[2]

[1] Embrapa Meio Ambiente - Rodovia Campinas-Mogi Mirim, km 127,5 - CEP 13820-000 Jaguariúna, SP (stachetti@cnpma.embrapa.br).
[2] Miembro CYTED. Red Iberoamericana de Agricultura.

RESUMO

O sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de atividades do Novo Rural (APOIA-NOVORURAL) consiste de um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-Excel") que integram sessenta e dois indicadores da performance ambiental de uma atividade econômica no âmbito de um estabelecimento rural. Cinco dimensões de avaliação são consideradas: i. Ecologia da paisagem, ii. Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), iii. Valores sociocultural, iv. Valores econômicos, v. Gestão e administração. Os indicadores são construídos em matrizes de ponderação, nas quais dados quantitativos obtidos em campo e laboratório são automaticamente transformados em índices de impacto expressos graficamente. O índice de impacto de cada indicador é traduzido a um valor de utilidade, empregando-se funções e coeficientes especificamente derivados para cada indicador. Finalmente, os valores de utilidade para todos os indicadores são agregados para compor o Índice de Impacto Ambiental da atividade avaliada. Os resultados da avaliação permitem: (i) ao produtor/administrador averiguar quais atributos da atividade podem estar desconformes com seus objetivos de sustentabilidade; (ii) ao tomador de decisões a indicação de medidas de fomento ou controle das atividades segundo planos de desenvolvimento local; (iii) finalmente, proporcionam uma unidade de medida objetiva de impacto, auxiliando na qualificação e certificação de atividades e produtos agropecuários. Para demonstrar a aplicabilidade do método, foi tomado um estudo de caso – a Fazenda Sula, em Serra Negra, SP, que integra produção de hortaliças e de leite orgânico. Visando avaliar a qualidade do solo em função das práticas agrícolas adotadas, foram validados alguns indicadores físicos, químicos e biológicos, tomando-se esta fazenda orgânica e uma convencional (Sítio Santa Luzia).

Palavras-chave: sustentabilidade, performance ambiental, qualidade do solo, certificação ambiental.

INTRODUÇÃO

Uma surpreendente tendência socioeconômica vem ocorrendo em muitas áreas rurais do Brasil – um sistemático decréscimo do número de pessoas ocupadas em atividades agrícolas tradi-

cionais, concomitante a um consistente acréscimo do número total de pessoas ocupadas. Este fenômeno resulta da emergência de atividades alternativas agrícolas e não-agrícolas, em substituição aos tradicionais usos agrícolas da terra, conformando o que tem sido denominado de «Novo Rural» (CAMPANHOLA & GRAZIANO DA SILVA, 2000). Observa-se também, no meio rural, a emergência de atividades agrícolas que atendem a demandas de «nichos» de mercado, como é o caso da agricultura orgânica.

A agricultura orgânica é uma atividade produtiva em processo de grande expansão, mas os fatores que fundamentam as percepções dos agentes sociais envolvidos quanto aos seus efeitos podem não ser homogêneos, além de poderem ser tanto de natureza econômica como social, ou ambas. Tal problema de pesquisa expressa a necessidade de realizar uma análise sociológica dos fatores que condicionam os valores atribuídos a esta atividade agrícola, caso contrário, corre-se o risco de reduzir ou simplificar a questão à dimensão meramente econômica.

A agricultura orgânica desponta como uma grande oportunidade para o agricultor familiar face ao aumento significativo do mercado consumidor de alimentos orgânicos em anos recentes. O valor da produção orgânica nacional, em 1999, foi de US$ 150 milhões, assumindo-se que em 2000 ele tenha atingido US$ 195 - 200 milhões, segundo o «International Trade Center», de Genebra – Suíça, e o Instituto Biodinâmico[3,4]. O crescimento da produção da agricultura orgânica no país foi de 50% em 2000 em relação a 1999 (op. cit., nota 2). Esse aumento é crescente, pois segundo a AAO, o acréscimo no consumo desses produtos, no estado de SP, foi de 10% em 1997, 24% em 1998 e de 30% em 1999.

Estima-se que a área ocupada com agricultura orgânica em todo o país seja de apenas 100 mil ha, mas se for considerado que em 1990 a área era de apenas mil hectares, o acréscimo da área na última década foi de 9.900%. É importante registrar também que a evolução recente da área plantada tem sido muito rápida: os projetos acompanhados pelo Instituto Biodinâmico, que é a maior entidade de certificação do país, registraram em 2000 um aumento de cerca de 100% da área em relação a 1999, ou seja, a área aumentou de 30 mil ha em janeiro para 61 mil ha em agosto (CAMPANHOLA & VALARINI, 2001), e, em 2002, cerca de 110 mil ha.

Embora haja informações gerais sobre a importância dessa atividade emergente para a economia rural brasileira, pouco se conhece quanto aos seus efeitos sobre o meio ambiente, bem como sobre as suas repercussões sociais e econômicas aos níveis das propriedades e das localidades (CAMPANHOLA & GRAZIANO DA SILVA, 1999).

Profundas alterações socioeconômicas e ambientais resultam dessas mudanças, promovendo tanto perspectivas quanto ameaças ao desenvolvimento local sustentável. Com o objetivo de contribuir para um melhor planejamento dessas mudanças e assessorar produtores rurais e tomadores de decisão quanto às melhores opções de práticas, atividades e formas de manejo a serem implementadas em um dado estabelecimento ou região, demandam-se procedimentos para a avaliação de impacto ambiental (AIA) dessas atividades emergentes do meio rural.

Métodos de AIA são mecanismos estruturados para a identificação, coleção e organização de dados sobre impactos ambientais (Erickson, 1994). Inicialmente, as AIAs foram concebidas especificamente para o abatimento dos impactos, definidos como «qualquer alteração nas características físicas, químicas ou biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia derivada das atividades humanas, e que possa direta ou indiretamente afetar: a saúde, segurança e o bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais; a biota; as condições estéticas e sanitárias; e a qualidade dos recursos naturais» (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 1992). Portanto, é importante incluir nas AIAs as dimensões de (1)

manutenção da capacidade suporte dos ecossistemas e (2) conservação da qualidade do ambiente; ainda ressaltando as dimensões (3) socioculturais, (4) econômicas e (5) institucionais.

Uma ampla variedade de métodos de AIA está disponível na literatura, estando os mesmos inseridos em várias linhas metodológicas principais, a saber: métodos «ad hoc»; listas de verificação e matrizes, descritivas ou escalares; sobreposição de mapas; redes de interação; diagramas de sistemas; e modelos de simulação (RODRIGUES, 1998). Cada método apresenta vantagens e desvantagens, e endereça mais adequadamente problemas e objetivos específicos, podendo-se assumir que a seleção, adaptação e desenvolvimento de métodos e sistemas de AIA dependem dos objetivos da avaliação (CANTER, 1977).

Com um tal conjunto de características particulares, não se logrou obter um método completamente satisfatório, que estivesse disponível para utilização em um programa de AIA das atividades emergentes no Novo Rural. Por isso, optou-se por compor um sistema dedicado, adotando-se os seguintes princípios:

- deve ser aplicável a quaisquer atividades do meio rural brasileiro, indicando pontos críticos para correção do manejo;
- deve atender ao rigor da comunidade científica e ao mesmo tempo permitir o uso prático pelos agricultores/empresários rurais;
- deve contemplar de forma compreensiva os aspectos ecológicos, econômicos e sociais em um número adequado e suficiente de indicadores específicos e;
- deve ser informatizado e prover uma medida final integrada do impacto ambiental da atividade.

Este último requisito, de prover uma avaliação geral de impacto ambiental segundo um padrão ou linha de base objetiva («benchmark»), é essencial para permitir a certificação ambiental das atividades, em atendimento à demanda voluntária dos proprietários rurais e de suas organizações. A certificação ambiental deve contribuir com dois objetivos principais. Primeiro, em sua vertente de interesse público, garantir que recomendações obtidas em AIAs para reparar impactos sejam efetivamente realizadas. Segundo, em sua vertente privada, servir como instrumento de divulgação e promoção da atividade do estabelecimento, quando esta se qualificar como promotora de práticas sustentáveis.

Dessa forma, cresce a importância em utilizar o método de avaliação da sustentabilidade da horticultura orgânica em comunidades de agricultores familiares, permitindo obter tanto um índice geral de sustentabilidade para estabelecimentos que praticam a horticultura orgânica, assim como a identificação dos principais obstáculos à sustentabilidade.

MÉTODO

O sistema APOIA-Novo Rural (Avaliação ponderada de impacto ambiental de atividades do novo rural) consiste de um conjunto de matrizes escalares formuladas de maneira a permitir a valoração de indicadores da performance ambiental de uma atividade agropecuária, considerando cinco dimensões: i) ecologia da paisagem, ii) qualidade dos compartimentos ambientais, iii) valores socioculturais, iv) valores econômicos e v) gestão e administração. O estabelecimento rural constitui-se na escala espacial de análise e como corte temporal, adota-se a situação ante-

rior e posterior à implantação (ou a área com e sem influência) da nova atividade no estabelecimento. O sistema consta de sessenta e dois indicadores, compostos a partir de uma revisão de métodos de AIA descritos na literatura (Neher, 1992: Stockle et al., 1994; Bockstaller et al., 1997; McDonald & Smith, 1998; Girardin et al., 1999; Bosshard, 2000; Rodrigues et al., 2000; Rossi & Nota, 2000), discussões em grupos e outras fontes. Os indicadores foram selecionados, compostos e organizados de forma a cobrir a gama possível de efeitos ambientais diretamente definidos como impactos e aplicar-se em sua totalidade a quaisquer atividades agropecuárias. Os dados para AIA referem-se à alteração causada nos indicadores em conseqüência da efetiva implantação da atividade, nas condições específicas do estabelecimento rural avaliado. O conjunto de dimensões e indicadores, com suas respectivas unidades de medida obtidas a campo e laboratório encontram-se na Tabela I.

Tabela I. Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural e unidades de medida utilizadas para caracterização em levantamentos de campo e laboratório

Dimensões e indicadores	Unidades de medida obtidas a campo e laboratório
Dimensão Ecologia da Paisagem	
1. Fisionomia e conservação dos habitats naturais	• Porcentagem da área da propriedade
2. Diversidade e condições de manejo das áreas de produção	• Porcentagem da área da propriedade
3. Diversidade e condições de manejo das atividades confinadas (agrícolas/não-agrícolas e de confinamento animal)	• Porcentagem da renda da propriedade, excluídas atividades não confinadas
4. Cumprimento com requerimento da reserva legal	• Porcentagem da área averbada como reserva legal na propriedade
5. Cumprimento com requerimento de áreas de preservação permanente	• Porcentagem da área da propriedade
6. Corredores de fauna	• Área (ha) e número de fragmentos
7. Diversidade da paisagem *	• Índice de Shannon-Wiener (dado)
8. Diversidade produtiva *	• Índice de Shannon-Wiener (dado)
9. Regeneração de áreas degradadas *	• Porcentagem da área da propriedade
10. Incidência de focos de doenças endêmicas	• Número de criadouros
11. Risco de extinção de espécies ameaçadas	• Número de (sub)populações ameaçadas
12. Risco de incêndio	• Porcentagem da área atingida pelo risco
13. Risco geotécnico	• Número de áreas influenciadas
Dimensão Qualidade dos Compartimentos Ambientais	
Atmosfera	
14. Partículas em suspensão/fumaça	• Porcentagem do tempo de ocorrência
15. Odores	• Porcentagem do tempo de ocorrência
16. Ruídos	• Porcentagem do tempo de ocorrência
17. Óxidos de carbono	• Porcentagem do tempo de ocorrência
18. Óxidos de enxofre	• Porcentagem do tempo de ocorrência
19. Óxidos de nitrogênio	• Porcentagem do tempo de ocorrência
20. Hidrocarbonetos	• Porcentagem do tempo de ocorrência
Água superficial	
21. Oxigênio dissolvido *	• Porcentagem de saturação de O_2
22. Coliformes fecais *	• Número de colônias/100 ml
23. DBO_5 *	• Miligrama/litro de O_2
24. pH *	• pH
25. Nitrato *	• Miligrama NO_3/litro

Tabela I. Dimensões e indicadores de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural e unidades de medida utilizadas para caracterização em levantamentos de campo e laboratório (continuación)

Dimensões e indicadores	Unidades de medida obtidas a campo e laboratório
26. Fosfato *	• Miligrama P_2O_5/litro
27. Sólidos totais *	• Miligrama sólidos totais/litro
28. Clorofila a *	• Micrograma clorofila/litro
29. Condutividade *	• Micro ohm/cm
30. Poluição visual da água	• Porcentagem do tempo de ocorrência
31. Impacto potencial de pesticidas	• Porcentagem da área tratada
Água subterrânea	
32. Coliformes fecais *	• Número de colônias/100 ml
33. Nitrato *	• Miligrama NO_3/litro
34. Condutividade *	• Micro ohm/cm
Manutenção da capacidade produtiva do solo	
35. Matéria orgânica	• Porcentagem de matéria orgânica
36. pH *	• pH
37. P resina *	• Miligrama P/dm^3
38. K trocável *	• Milimol de carga/dm^3
39. Mg (e Ca) trocável *	• Milimol de carga/dm^3
40. Acidez potencial (H + Al) *	• Milimol de carga/dm^3
41. Soma de bases *	• Milimol de carga/dm^3
42. Capacidade de troca catiônica *	• Milimol de carga/dm^3
43. Soma de bases *	• Porcentagem de saturação
44. Potencial de erosão	• Porcentagem da área
Dimensão Valores Socioculturais	
45. Acesso à educação *	• Número de pessoas
46. Acesso a serviços básicos	• Acesso a serviços básicos (1 ou 0)
47. Padrão de consumo	• Acesso a bens de consumo (1 ou 0)
48. Acesso a esporte e lazer	• Horas dedicadas por semana
49. Conservação do patrimônio histórico, artístico, arqueológico e espeleológico	• Número de monumentos/eventos do patrimônio
50. Qualidade do emprego	• Porcentagem dos trabalhadores
51. Segurança e saúde ocupacional	• Número de pessoas expostas
52. Oportunidade de emprego local qualificado	• Porcentagem do pessoal ocupado
Dimensão Valores Econômicos	
53. Renda líquida do estabelecimento	• Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
54. Diversidade de fontes de renda	• Proporção da renda domiciliar
55. Distribuição de renda	• Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
56. Nível de endividamento corrente	• Tendência de atributos da renda (1 ou 0)
57. Valor da propriedade	• Proporção da alteração de valor
58. Qualidade da moradia	• Proporção dos residentes
Dimensão Gestão e Administração	
59. Dedicação e perfil do responsável	• Ocorrência de atributos (1 ou 0)
60. Condição de comercialização	• Ocorrência de atributos (1 ou 0)
61. Reciclagem de resíduos	• Ocorrência de atributos (1 ou 0)
62. Relacionamento institucional	• Ocorrência de atributos (1 ou 0)

(*) Indicador expresso em duas medidas, quais sejam, índice de impacto e variação percentual, proporcional, ou relativa; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

Grande parte das informações constitui-se de conhecimento tácito do proprietário ou responsável e é obtida diretamente com o auxílio de um questionário. Outros indicadores requerem a avaliação sensorial do responsável, balizada por atributos dos indicadores, construídos nas matrizes de avaliação. Em todos os casos os dados compõem-se de unidades quantitativas contínuas, tais como: porcentagem da área ou do tempo de ocorrência, número de pessoas, hectares ou horas semanais, por exemplo. Em complemento, realizam-se também vistorias locais.

Algumas variáveis de qualidade da água devem ser analisadas no local por meio de kit de diagnóstico, enquanto para outras variáveis de qualidade da água e do solo, amostras devem ser coletadas e encaminhadas a laboratório para análise. Como o objetivo é verificar a influência da nova atividade na qualidade da água e do solo, no caso da água vai-se retirar uma amostra antes e depois do local de influência da atividade, e no caso de solo, vai-se retirar uma amostra ou mais amostras do campo cultivado e uma amostra de uma área natural (mata nativa ou pastagem). Todas as variáveis consideradas, contudo, são tipicamente de rotina, e não demandam capacidade laboratorial ou instrumental especial. No caso específico dos parâmetros biológicos/bioquímicos (biomassa microbiana em C, polissacarídeos, atividades enzimáticas de hidrólise do FDA e desidrogenase) em validação, as análises são conduzidas nos laboratórios da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna, SP, utilizando-se metodologia descrita em Frighetto & Valarini (2002).

As matrizes de avaliação são construídas em plataforma MS-Excel® de forma a ponderar automaticamente os indicadores e seus atributos e expressar graficamente o índice de impacto resultante (Figura 1). Este índice de impacto do indicador é transformado por uma função de valor que o relaciona com a performance ambiental da atividade em uma escala de utilidade (BISSET, 1987) que varia de 0 a 1, a exemplo do que foi utilizado por Dee et al. (1973), Canter & Hill (1979), Andreoli & Tellarini (2000) e Girardin et al. (2000). Vinte e quatro dos sessenta e dois indicadores são expressos em duas medidas, quais sejam, o índice de impacto primário referente ao indicador e a variação percentual, proporcional, ou relativa induzida pela atividade agropecuária; cada qual com seu respectivo valor de utilidade.

A composição das curvas de correspondência entre os indicadores e a performance ambiental definida em valores de utilidade baseou-se em testes de sensibilidade e de probabilidade, caso-a-caso para cada indicador (GIRARDIN et al., 1999). No teste de sensibilidade define-se, de acordo com o objetivo do sistema de avaliação (desenvolvimento local sustentável, vide Introdução), o significado e a importância da alteração causada pela atividade. O significado permite julgar se uma alteração é aceitável ou não (se é positiva ou negativa) e a importância determina a extensão na qual a alteração contribui (ou prejudica) o atingimento do objetivo. No teste de probabilidade estabelece-se a relação de valor entre indicador e performance, segundo correspondência entre a escala de ocorrência e o padrão ou «benchmark», permitindo definir a função de transformação (GIRARDIN et al., 1999).

As curvas de correspondência entre índices de impacto dos indicadores e valores de utilidade foram expressas em equações multicoeficientes, derivadas caso-a-caso, com ajustes mínimos correspondentes a $r^2 = 0,95$ (HYAMS, 1995). As equações e coeficientes foram inseridos nas matrizes de ponderação e vinculadas aos índices de impacto, traduzindo-os diretamente em valores de utilidade para expressão gráfica e cálculo do índice de impacto ambiental da atividade agropecuária (Fig. 1).

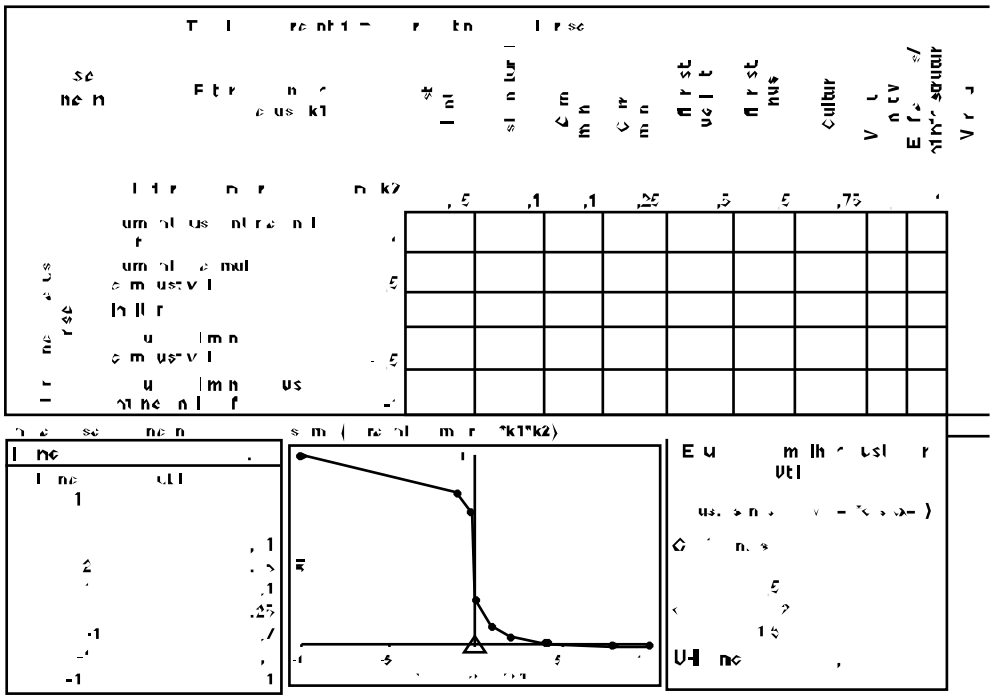


***Figura 1**. Exemplo de matriz de ponderação para indicador de avaliação de impacto ambiental do sistema APOIA-NovoRural, contendo atributos do indicador (dano e causa), fatores de ponderação (k1 e k2), expressão de cálculo do índice de impacto, tabela de correspondência entre índice de impacto e performance ambiental em valores de utilidade, expressão gráfica da performance da atividade avaliada, equação e coeficientes para conversão do índice de impacto do indicador em valor de utilidade. Na extrema direita a coluna de averiguação confere o dado inserido na matriz, que no exemplo deve corresponder à porcentagem da área sob risco de incêndio na propriedade (averiguação= 100%)*

Os resultados da avaliação são apresentados em uma planilha de AIA da atividade agropecuária, expressos graficamente para cada dimensão considerada, permitindo averiguar a performance da atividade para cada indicador comparativamente ao «benchmark» estabelecido. Esta avaliação pontual refere-se aos indicadores propriamente ditos (62), bem como àqueles que representam a tendência da alteração causada pela atividade, segundo a variação relativa (24), em um total de oitenta e seis indicadores individuais.

O resultados são então agregados pelo valor médio de utilidade para o conjunto de indicadores primários em cada dimensão e expressos em um gráfico-síntese de impacto ambiental da atividade nas cinco dimensões. Finalmente, o valor médio de utilidade para os 62 indicadores primários expressa o índice de impacto ambiental da atividade em avaliação. Assim, o procedimento geral para AIA de uma atividade consiste nas etapas seguintes:

a) Identificação dos limites espaço/temporais da atividade, aplicação do questionário/ vistoria a campo, coleta de dados e amostras para análise laboratorial.
b) Inserção dos dados nas matrizes de avaliação, obtenção dos índices de impacto referentes aos indicadores e conversão para valores de utilidade.

c) Agregação dos índices de impacto por análise multiatributo, em todas as dimensões componentes. Desse modo, obtém-se um índice geral da contribuição da atividade para a sustentabilidade do estabelecimento rural.
d) Análise dos resultados gráficos e identificação dos indicadores que mais restringem a sustentabilidade, averiguação da desconformidade com o «benchmark».
e) Indicação de medidas corretivas, recomendação de adequação tecnológica e de manejo para abatimento dos impactos ambientais negativos.

O sistema passou por uma validação preliminar em estabelecimentos selecionados, de várias escalas, dedicados a atividades de horticultura orgânica diversificada, horticultura convencional especializada (tomate), produção orgânica integrada horticultura e leite, hidroponia e agroturismo (incluindo pesques-pagues). Com base nesta fase de validação, indicadores foram incluídos e ajustados, e o sistema concluído para aplicação experimental em campo.

No item seguinte, serão mostrados alguns resultados obtidos no estudo de caso realizado na Fazenda Sula, localizada em Serra Negra, SP, utilizando o método formulado. Projetos cooperativos de pesquisa e monitoramento com utilização do sistema APOIA-NOVORURAL podem ser propostos em contato direto com os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de atividades do Novo Rural (APOIA-NOVORURAL) consiste de um método abrangente, suficiente para aplicação a campo na avaliação do impacto de atividades agropecuárias e não-agropecuárias. O método integra as dimensões ecológicas, sociais e econômicas, inclusive aquelas relativas à gestão e administração, proporcionando uma medida objetiva da contribuição da atividade agropecuária ou não-agropecuária para o desenvolvimento local sustentável. O método é de aplicação relativamente simples, mas deve contar com avaliadores devidamente treinados. Permite ativa participação dos produtores/responsáveis, e serve para a comunicação e armazenamento das informações sobre impactos ambientais de atividades de interesse. A plataforma computacional é amplamente disponível, passível de distribuição e uso a baixo custo, e permite a emissão direta de relatórios em forma impressa de fácil manuseio.

A apresentação gráfica dos resultados de performance ambiental da atividade para cada indicador individual oferece um diagnóstico para o produtor/administrador, apontando a situação de conformidade com padrões ambientais em cada aspecto do impacto da atividade nas condições do estabelecimento. Adicionalmente, vários indicadores, tanto de natureza ambiental como socioeconômica, incluem uma medida da variação relativa, permitindo averiguar a tendência temporal do impacto imposto pela atividade.

A Figura 2 mostra exemplo de como os resultados dos indicadores são apresentados, utilizando-se o estudo de caso realizado na Fazenda Sula. O centro indica utilidade igual a «0» e o limite estabelecido pelo poliedro externo refere-se à utilidade «1».

E a Figura 3 resume os resultados gerais obtidos na avaliação de impacto ambiental, inclusive com a composição de um índice agregado de impacto. No caso da Fazenda Sula, o índice geral de impacto ambiental obtido foi de 0,57. Como o valor máximo possível para esse índice é 1, pode-se ainda introduzir medidas de melhorias que diminuam o impacto ambiental das atividades avaliadas. Para isso, deve-se analisar os índices parciais de cada indicador, nas diferentes dimensões, de modo a se identificar aqueles que mais restringem a sustentabilidade das atividades conduzidas no estabelecimento.

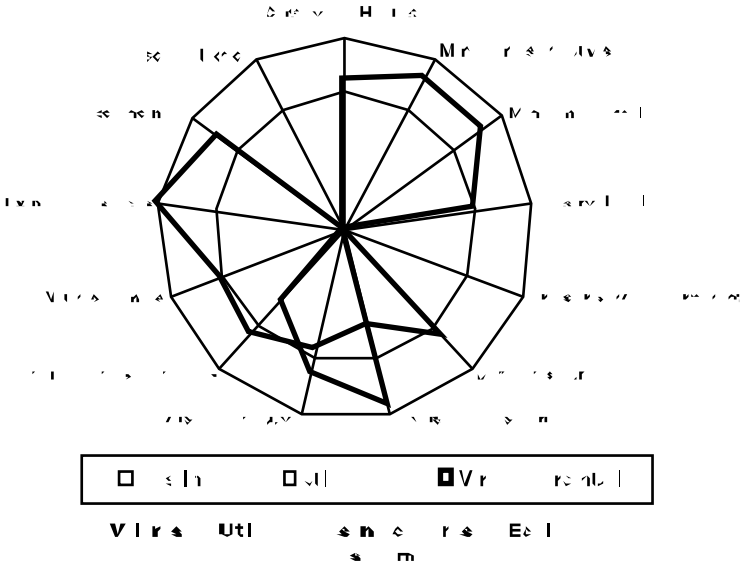


Figura 2. *Gráfico representativo dos resultados obtidos para cada indicador avaliado, na dimensão «Ecologia da Pai - sagem» (Exemplo: Fazenda Sula)*

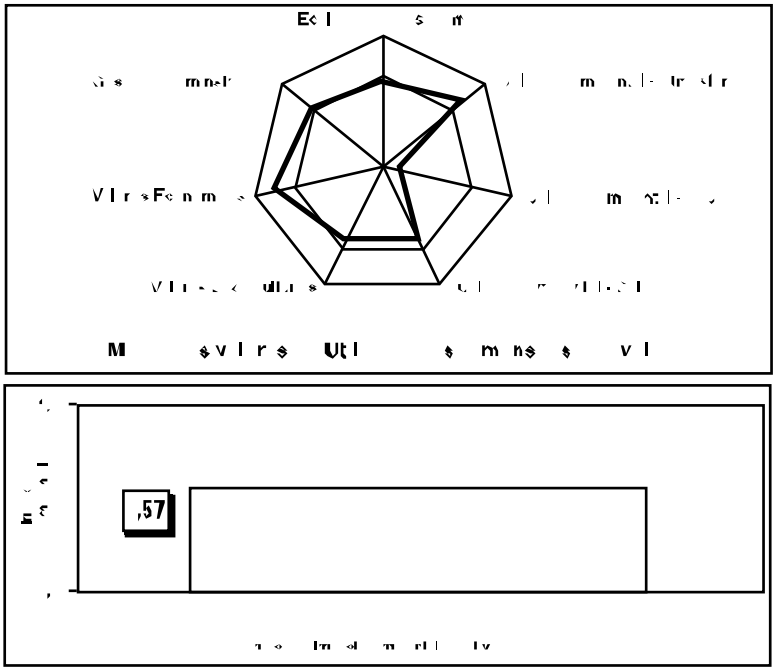


Figura 3. *Gráficos com apresentação da média dos valores de utilidade das dimensões de avaliação e do índice geral de impacto ambiental (Faz. Sula)*

Em resumo, os gráficos agregados dos resultados para as diferentes dimensões ambientais proporcionam aos tomadores de decisão uma visão das contribuições positivas ou negativas da atividade, visando ao desenvolvimento local sustentável e facilitando a definição de medidas de promoção ou controle da atividade no âmbito da comunidade.

Finalmente, o Índice de Impacto Ambiental configura-se em uma unidade padrão de performance ambiental da atividade, podendo ser utilizado como uma medida objetiva para a qualificação e certificação das novas atividades agropecuárias e não-agropecuárias do meio rural brasileiro.

Uma nova etapa de desenvolvimento complementar do método acima apresentado envolve a validação dos indicadores biológicos/bioquímicos. Para tanto, uma análise integrada dos resultados foi realizada, considerando os parâmetros físicos e químicos do solo de uma propriedade orgânica (Fazenda Sula) em relação a uma convencional (Fazenda Santa Luzia, em Serra Negra, SP).

Os resultados apresentados na Tabela II mostraram que no sistema orgânico (SO), apesar dos valores dos indicadores químicos serem inferiores aos do SC, como são os casos do pH, V% e CTC, nota-se uma maior disponibilidade do macronutriente K (fundamental para o metabolismo da planta de tomate) e dos micronutrientes Fe, B e Zn, em detrimento do Ca e Mg. Isto é resultante do fornecimento de nutrientes, no SO, via estímulo à mineralização da matéria orgânica por microrganismos através do uso do Bokashi (rico em K), Bokashi 2 (rico em P) e Bokashi 5 (rico em N) e EM (microrganismos eficazes) no solo, o que se contrapõe ao sistema convencional (SC), onde se utilizaram altas doses de fertilizantes químicos NPK altamente solúveis. Se o tomate é mais exigente em K, o excesso de N total disponível, como observado no SO, é prejudicial por tornar as plantas mais atrativas e suscetíveis às pragas e doenças. Entretanto, com a utilização de cobertura morta e da adubação verde com milheto, por exemplo, a imobilização do N excedente foi favorecida. Embora a relação C/N nos dois sistemas de manejos sejam estreitas (C/N £ 12) (Mello et al., 1987), o que mostra que os solos estão em estabilidade, a quantidade e a diversidade da matéria orgânica no SO é significativamente superior, propiciando uma maior atividade microbiana, indicada pelas análises bioquímicas em relação ao SC. Somado a esse manejo, a aplicação de extratos oriundo da fermentação de resíduos de plantas mais solo de mata por 16h, e do EM associada ao uso de quebra-ventos estrategicamente dispostos (sansão do campo) são práticas agrícolas que contribuem para a manutenção de doenças e pragas abaixo do nível de dano econômico, diferentemente do SC, que utiliza os agrotóxicos como principal prática agrícola de controle fitossanitário.

Em relação aos indicadores físicos, no SO, apesar do solo apresentar uma maior capacidade de campo (CC), a relação CC/PMP é mais estreita e por ser um solo mais argiloso, os manejos inadequados da irrigação e do preparo do solo poderiam provocar uma rápida compactação. Entretanto, este fenômeno não foi observado no SO, como mostram os resultados das análises de argila dispersa e de matéria orgânica, utilizou-se o cultivo mínimo e a irrigação por gotejamento e/ou microaspersão, enquanto que no SC utilizou-se um preparo pesado do solo, com o revolvimento e quebra da sua estrutura, e a irrigação por gravidade em sulco. Também, a condutividade elétrica (CE) no SO foi inferior à do SC, mostrando que a alta disponibilidade de sais no último dificultou o equilíbrio nutricional e a absorção de nutrientes pela planta.

Com relação aos parâmetros biológicos e bioquímicos, o manejo orgânico apresentou sempre valores significativamente superiores de biomassa em C, polissacarídeos, atividades enzimáticas de desidrogenase e FDA em relação ao manejo convencional. Esses resultados mostram que o manejo orgânico, está direcionado para a obtenção dos mesmos níveis desses indicadores encontrados em solos de mata nativa.

A análise integrada, considerando a relação C/N estreita, com a intensa atividade microbiológica no solo, associada ao cultivo mínimo e à maior quantidade de matéria orgânica mineralizada por microrganismos (HU et al., 1995; LIEBIG & DORAN, 1999) resultaram em melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo (HUANG et al., 1995; VALARINI et al., 2002), maior equilíbrio nutricional da planta e maior resistência às doenças da parte aérea (manchas foliares – septoriose, alternariose, requeima), aos patógenos do solo (*Pythium* spp e *Rhizoctonia solani*) e às pragas (pulgão, broca do fruto, vetores transmisores do vírus vira-cabeça) no SO em relação ao SC. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o manejo orgânico contribui para uma maior diversidade biológica; resultando em um melhor equilíbrio nutricional da planta e, por conseguinte, em uma maior resistência às doenças e pragas. Os princípios da nutrição de plantas, o conhecimento da etiologia dos patógenos e da fisiologia das pragas são aplicados no SO de forma a maximizar a produtividade das culturas, contribuindo para um ambiente mais equilibrado, para a produção de alimentos mais saudáveis, livres de resíduos de agrotóxicos e com menores custos ambientais de produção. Em suma, uma nova abordagem é aplicada no SO para resolver problemas, utilizando-se um manejo preventivo, com enfoque sistêmico e interdisciplinar, enquanto que no SC utiliza-se um manejo curativo emergencial, com enfoque pontual.

Tabela II. Resultados de análises de amostras de solo de Serra Negra com plantio de tomate, SP

Determinações			AMOSTRA DE SOLOS				
Sigla	**Descrição**	**Unidade**	**LT**	**LP**	**SM**	**SP**	**ST**
M.O .	Mat. Orgânica	g/dm³	24,0	18,0	38,0	41,0	43,0
C org.	Carbono orgânico	g/dm³	13,26	10,71	29,08	30,10	29,42
N-total	Nitrogênio total	mg/Kg	1443,0	1211,0	3025,0	2472,0	2769,0
C/N	Razão C/N		9,19	8,77	9,61	12,18	10,62
pH	Solução em $CaCl_2$		6,4	6,70	4,60	4,20	5,20
P	Fósforo Resina	mg/dm³	71,0	91,0	9,0	12,0	77,0
K	Potássio	mmolc/dm³	2,2	3,0	1,2	1,6	3,8
Ca	Cálcio	mmolc/dm³	87,0	79,0	27,0	10,0	42,0
Mg	Magnésio	mmolc/dm³	21,0	23,0	8,0	4,0	15,0
S.B.	Soma Bases	mmolc/dm³	110,2	105,0	36,2	15,6	60,8
CTC	Cap.Troca Catiônica	mmolc/dm³	125,2	118,0	94,2	104,0	103,1
V	Sat. Bases	%	88,0	89,0	38,4	15,1	59,1
B	Boro	mg/dm³	0,16	0,37	0,23	0,31	0,95
Cu	Cobre	mg/dm³	4,9	4,6	2,2	1,7	3,1
Fe	Ferro	mg/dm³	38,0	27,0	44,0	122,0	118,0
Mn	Manganês	mg/dm³	35,1	24,9	17,9	3,2	4,8
Zn	Zinco	mg/dm³	4,9	5,1	3,0	3,6	8,1
Condutividade Elétrica(CE)		mS/cm	556,0	117,0	45,0	72,6	112,0
CC 30 kPa		kPa	0,26	0,23	0,27	0,27	0,28
PMP 1500 kPa		kPa	0,13	0,10	0,23	0,23	0,23
CC/PMP		-	0,13	0,13	0,04	0,04	0,05
Razão de dispersão		-	0,26	0,30	0,05	0,05	0,08
Classificação textural(**)		-	Franco-argilo	Franco-arenoso	Argiloso	Argiloso	Argiloso
Biomassa microbiana de C		mg C/g solo	39,47d	137,49c	576,11[a]	684,00a	231,85b
Polissacarídeos		mg/g	1,82b	1,12c	3,99[a]	3,06a	3,27a
Hidrolise Diacet. Fluoresceína		mg FDA/g solo/min	0,83c	0,82c	4,32[a]	4,41a	2,76b
Atividade desidrogenase		mg/g	1,54c	1,79c	3,19[a]	3,23a	2,44b

Fazenda Luzia – Tomate (LT); Fazenda Luzia – Pastagem (LP); Fazenda Sula – Mata (SM); Fazenda Sula – Pastagem (SP); Fazenda Sula – Tomate (ST)

BIBLIOGRAFIA

ANDREOLI, M.; TELLARINI, V. (2000). Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 77, pp. 43-52.

BISSET, R. (1987). *Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies*. In: Biswas, A.K.; Geping, Q. (Eds.). *Environmental Impact Assessment for Developing Countries*. London: Tycooly International, pp. 3-64.

BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P.; VAN DER WERF, H.M.G. (1997). Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. *European Journal of Agronomy*, v. 7, pp. 261-270.

BOSSHARD, A. (2000). A methodology and terminology of sustainability assessment and its perspectives for rural planing. *Agriculture, Ecosystems and Environ.*, v. 77, pp. 29-41.

CAMPANHOLA, C.; GRAZIANO DA SILVA, J. (2000). *O Novo Rural Brasileiro: uma Análise Nacional*. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, 190.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P.J. (2001). A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 18, n. 3, pp. 69-101.

CANTER, L.W. (1997). *Environmental Impact Assessment*. McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering. Chow, V. T.; Eliassen, R.; Linsley, K. (Eds). New York: McGraw-Hill Book Company, 331 p.

CANTER, L.W.; HILL, G.L. (1979). *Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment*. Ann Arbor (MI): Ann Arbor Science Publishers Inc. 203 p.

DEE, N.; BAKER, J.; DROBNY, N.; DUKE, K. (1973). *An environmental evaluation system for water resource planning*. v. 9, n. 3, pp. 523-535.

ERICKSON, P.A. (1994). *A Practical Guide to Environmental Impact Assessment*. San Diego, CA: Academic Press, Inc., p. 266.

FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. (Coords.) (2000). *Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 198 p. (embrapa Meio Ambiente. Documentos, 21).

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. (1999). Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. *J. Sustainable Agriculture*, 13: 4, pp. 5-21.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; VAN DER WERF, H. (2000). Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO*ECO method. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 20, pp. 227-239.

HUANG, P.M.; BERTHELIN, J.; BOLLAG, J.M.; MCGILL, W.B.; PAGE, A.L. (1995). *Environmental impact of soil component interactions - Natural and Anthropogenic organics*. CRC Lewis Publishers, 450 p.

HYAMS, D. CurveExpert Version 1.37. A curve fitting system for Windows. Copyright, 1995-2001.

LIEBIG, M.A.; DORAN, J.W. (1999). Impact of organic production practices on soil quality indicators. *Journal Environment Quality* 28: 1.601-1.609.

MCDONALD, G.T.; SMITH, C.S. (1998). Assessing the sustainability of agriculture a the planning stage. *Journal of Environmental Management*, v. 52, pp. 15-37.

MELLO, A .F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. (1987). *Fertilidade do Solo*. 3ª ed. São Paulo, Nobel, 400 p.

NEHER, D. (1992). Ecological sustainability in agricultural systems: definition and measurement. *Journal of Sustainable Agriculture*, v. 2, n. 3, pp. 51-61.

RODRIGUES, G.S. (1998). *Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas: Fundamentos, princípios e introdução à metodologia*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, Documentos 14, 66 p.

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C. DE A.; IRIAS, L.J.M.; LIGO, M.A.V. (2000). *Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisa II: Avaliação da Formulação de Projetos - Versão I*. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa 10, 28 p.

ROSSI, R.; NOTA, D. (2000). Nature and landscape production potentials of organic types of agriculture: a check of evaluation criteria and parameters in two Tuscan farm-landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 77, pp. 53-64.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO (1992). *Estudo de Impacto Ambiental - EIA, Relatório de Impacto Ambiental - RIMA: Manual de Orientação*. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. São Paulo. 39 p.

STOCKLE, C.O.; PAPENDICK, R.I.; SAXTON, K.E.; CAMPBELL, G.S.; VAN EVERT, F.K. (1994). A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, v. 9, n. 1-2, pp. 45-51.

VALARINI, P.J.; DIAZ ALVAREZ, M.C.; GASCÓ, J.M.; GUERRERO, F.; TOKESHI, H. (2002). Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. *Brazilian Journal of Microbiology*, São Paulo, 33: 53-58.

NOTAS

1 Trabalho realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

2 Jornal «Gazeta Mercantil Latino-Americana». Produtos orgânicos ganham mais espaço. 2-8/10/2000, p. 5. Revista «Isto É». Alimentos e produtos orgânicos, livres de agrotóxicos, garantem lugar na mesa do consumidor brasileiro. 24/11/2000.

3 Jornal «O Estado de São Paulo». Mercado de orgânicos está em expansão. 15/11/2000 (Supl. Agrícola), pp. 10-12.

La investigación y extensión de la agricultura ecológica en España: primera aproximación

VÍCTOR GONZÁLVEZ[1]

[1] *Coordinador Técnico de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)*

RESUMEN

El trabajo presenta una descripción de la historia y evolución de los estudios e investigaciones en agricultura ecológica en nuestro país, a partir de un análisis de los distintas publicaciones generadas por los diversos eventos «científicos» sobre la temática (Congresos, Seminarios, Jornadas Técnicas, Conferencias), celebrados en los últimos dieciséis años en España. Además presenta la evolución de la extensión en agricultura ecológica y su situación actual.

También se presentan algunas valoraciones del desarrollo y estado actual de la investigación y experimentación en agricultura ecológica, recogida de diversos talleres y encuentros de reflexión realizados en los dos últimos años, finalizando con algunas conclusiones y recomendaciones sobre la manera de establecer las prioridades con arreglo a las necesidades y problemática del sector «ecológico», desarrollando un enfoque de investigación más participativo, orientado a la práctica, con una estrategia que utilice mejor el potencial de recursos existentes y lo canalice hacia la obtención de un mayor provecho práctico, de mayor beneficio colectivo.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del sector de la Agricultura Ecológica (AE) en Europa, como método de producción de alimentos, ha sido posible hasta los años 70 por el esfuerzo pionero de los propios agricultores ecológicos, aunque siempre hubo «científicos» y filósofos, que acompañaron y apoyaron aspectos de investigación a nivel conceptual y de principios fundamentales (R. Steiner, H. Mueller, H. P. Rusch y A. Howard), en sus inicios. A partir de los años 80 es cuando comienza a hablarse de AE en algunas Universidades principalmente en Centroeuropa, aunque ya desde los años 50 existían pequeños centros de investigación privados que dedicaban limitados recursos y esfuerzos a la labor de investigación, sobre todo en el desarrollo de la agricultura biodinámica (NIGGLI, 2002).

En la Europa mediterránea la AE se desarrolló más tarde que en el resto por diversas razones, entre las que destacamos el menor desarrollo industrial contaminante y el bajo soporte institucional al sector, en materia de investigación y extensión (ALONSO, 2000). Según Isart y Llerena (1999) España apoyó en 1997 con una cifra menor del 5% del presupuesto que destinó a Alemania a investigar en AE, el 1% de lo que dedicó Dinamarca o el 2% del presupuesto de Suecia.

En general, los países del área mediterráneos nunca contaron con apoyo económico oficial o proveniente de fundaciones privadas o donantes para la investigación o la producción en agricultura ecológica, antes iniciados los años noventa, al contrario que ha sucedido en los países más industrializados del Norte y de Centroeuropa (ZANOLI y MICHELONI, 1998).

Las consecuencias de este hecho, unido a la organización peculiar de los sistemas de investigación estatales, hace que hoy en día no existan instituciones nacidas para dedicarse a la investigación AE en nuestra zona geográfica. Todo los esfuerzos de investigación llevados a cabo durante las últimas dos décadas en esta región fueron debidos a la buena voluntad de unos pocos investigadores trabajando dentro de instituciones convencionales, que dedicaron parte de su tiempo a esta labor. Sólo en los últimos cinco años se han destinado fondos europeos (UE), nacionales y más recientemente de gobiernos regionales a la investigación en AE, que han atraído el interés de muchos investigadores hacia este tópico, ofreciendo posibilidades a los extensionistas y agricultores para establecer pequeños proyectos de investigación en AE.

En esta comunicación se pretende realizar un primer análisis de la evolución y estado actual de la investigación y extensión en AE en nuestro país, a partir de la revisión bibliográfica seleccionada de las principales publicaciones y revistas generadas en los eventos de intercambio «científico» más destacados (especialmente Congresos, Conferencias, Simposios y Seminarios, Jornadas Técnicas, etc.), de carácter nacional o internacional celebrados en nuestro país y aquella información fácilmente accesible y disponible, en una primera aproximación que requiere de otros estudios más detallados.

PRIMEROS PASOS DE LA INVESTIGACIÓN EN AGRICULTURA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

La primera referencia bibliográfica oficial a la AE lo encontramos en la revista «Agricultura y Sociedad» nº 26 (Madrid, 1983) del Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). En el prólogo el coordinador de la misma (García Dory), escribió «*no podemos ofrecer trabajos específicos debido a que el cultivo biológico es aún muy reciente aquí, razón por la que las instituciones oficiales de investigación agraria ignoran hasta el presente, al menos a nivel de publicaciones, este método de la práctica agrícola*». Doriz continúa diciendo: «*Por el contrario, afortunadamente, algunos investigadores españoles, aunque de forma aislada, sí han abordado el tema desde perspectivas afines. Este es el trabajo de Naredo y Campos Palacín, que nos ilustran sobre el cultivo y la estructura productiva de dos de los sistemas más representativos de nuestra agricultura: el olivar y el encinar adehesado. Ambos muestran de una forma clara la eficacia y altos rendimientos productivos que se alcanzaban en el marco de los métodos tradicionales. Por su parte, Gómez Sal y Bello investigan sobre los planteamientos ecológicos en la explotación de los sistemas agrarios de montaña, haciendo referencia a una de nuestras más tradicionales rotaciones: la del cereal-leguminosa, utilizando una especie autóctona de los montes de Teruel.*

La mencionada publicación que tuvo como objetivo «hacer reflexionar a los responsables del sector sobre las innegables contradicciones de la industrialización a gran escala de la agricultura» (GARCÍA DORY, 1993) ofreció en su primera parte las bases científicas e ideológicas de este método de producción (Howard y Steine), abordándose los argumentos del método (Hodges), las alternativas a los productos agroquímicos (Lovett), la calidad de los productos agríco-

las obtenidos según el método «ecológico» (Vogtmann), los conceptos ideales de un agricultor ecológico (Araújo) y un comentario pormenorizado del informe sobre el método «orgánico» en USA, enriquecido con comentarios (Arman). En la segunda parte del libro, dedicada a la práctica de la agricultura biológica, además de los autores españoles citados se presenta un estudio sobre el avance y los resultados de la AE en EE.UU. (USDA) y Francia (Aubert).

La celebración por primera vez en nuestro país del denominado Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica (Madrid, 1985), en una de las sedes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Centro Menéndez Pelayo, fue casi todo un hito y se convirtió en una expresión de reconocimiento por parte de ciertos círculos científicos «oficiales» a esta corriente de agricultura, todavía emergente en nuestro país. Este evento inauguró un ciclo de actividades en torno al intercambio «científico» sobre la agricultura biológica, que durante casi diez años, se fueron celebrando en nuestro país, principalmente en Madrid, organizados por Vida Sana, que también organizó de forma paralela la Feria de Biocultura, contaron con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), en la edición de los documentos (memorias). Los eventos girando en torno a diversas temáticas relacionadas con la Agricultura Ecológica, como se indica en la Tabla I, con una predominancia de ponentes y exposiciones de otros países cercanos, principalmente Francia.

Tabla I. Distribución cronológica de eventos sobre Agricultura Ecológica, organizados por Vida Sana

Año	Evento	Lugar
1985	Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica	Madrid, CSIC
1986	II Congreso de Agricultura Biológica	Madrid, CSIC
1987	Congreso Internacional de Tecnología de Alimentos Naturales y Biológicos	Madrid, CSIC
1988	Congreso Internacional de Tecnologías Alternativas de Desarrollo	Madrid, UP
1989	Congreso de Agricultura Biológica y otras alternativas en el medio rural« (I)	Madrid, UP
1990	Congreso de Agricultura Biológica y otras alternativas en el medio rural» (II)	Madrid, UP
1991	Seminario de Protección de cultivos en Agricultura Biológica	Madrid, UP
1992	Agricultura Biológica y Desarrollo	Madrid, UP
1993	Seminario de Prevención y control de plagas y enfermedades en agricultura y ganadería biológicas	Madrid, UP
1994	Seminario Agricultura Biológica en Países Mediterráneos	Barcelona

Fuente: Elaboración propia partir de documentos editados por Vida Sana

El Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica contó además con el apoyo de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM). En el prólogo de la publicación podemos encontrar las declaraciones del entonces Director General de Investigación y Capacitación Agrarias, Sr. Martínez, Adolfo, afirmando lo siguiente: que «*si bien en este momento no existe ningún centro de este Ministerio que se dedique específicamente a trabajar en agricultura biológica, diversos centros de investigación dependientes del Instituto Nacional de Investigación Agrarias trabajan en más de cuarenta proyectos relacionados indirectamente con el tema*». Entre estos proyectos se mencionaron los más destacados: «*la influencia de los residuos de pesticidas en la contaminación del suelo y de las corrientes de agua, la mejora de plantas fijadoras de nitrógeno que pueden ahorrar abonos nitrogenados, el control de la deser -*

tización y pérdidas de suelo, la conservación de la Naturaleza y el mantenimiento de los recursos genéticos (bancos de germoplasma, protección de especies animales y vegetales, etc.) y control biológico de plagas». A este Congreso se presentaron 35 comunicaciones, de las cuales 15 eran sobre distintos trabajos de investigación realizados en España, en diferentes áreas: Biodiversidad (2), Suelo y microfauna (2), Fertilización ecológica y abono verde (7), Control ecológico de plagas (4). En temáticas como la ganadería ecológica, o la elaboración y calidad de los alimentos ecológicos y otros, no se presentaron comunicaciones de autores españoles pero sí de autores franceses (Aubert, Desbroces, y Bourguignon).

Otro evento importante de intercambio «científico» en torno a la Agricultura Ecológica se denominó «La Fertilidad del Suelo» **II Congreso de Agricultura Biológica (Madrid, 1986)**, y combinó las exposiciones y presentaciones de autores foráneos (principalmente de Francia), con las de los autores españoles, con 21 comunicaciones en total, 15 de las cuales (73%) de trabajos realizados en España. Por temas se presentaron en: Fertilidad de Suelos (6), Fertilización ecológica (3), Calidad de los alimentos (1), Plagas y Enfermedades (2), Economía (2) y Ganadería (1). Los trabajos en nuestro país se concentraron en Suelos y fertilidad (9).

En el denominado Congreso Internacional de Tecnología de Alimentos Naturales y Biológicos (Madrid, 1987) y Congreso Internacional de Tecnologías Alternativas de Desarrollo (Universidad Politécnica de Madrid, 1988), desarrollados como complemento a la Feria de Biocultura, se abordaron temáticas más amplias, destacando algunas sobre los impactos negativos de la agricultura convencional. Sin embargo, fueron pocos los trabajos específicos sobre AE.

En el segundo evento se presentaron algunos trabajos referidos a la AE[2] pero no fue un evento dirigido a compartir información sobre la AE.

Nuevamente, coincidiendo siempre con las Ferias de Biocultura, se dieron durante dos años más (Madrid, 1989 y 90) otros dos Congresos con el título de *«Agricultura Biológica y otras alternativas en el medio rural» (I y II)*, que aportaron algunos trabajos de carácter divulgativo adicionales en Agricultura Ecológica, en la misma tónica general, que aportaron también la oportunidad para presentar algunos trabajos sobre agricultura ecológica.

En otros dos Seminarios[3] sobre Regulación de Plagas y enfermedades, titulado el primero «*Protección de cultivos en Agricultura Ecológica*» (Madrid, 1991) *y «Prevención y control de plagas y enfermedades en agricultura y ganadería biológicas»* (Madrid, 1993), el segundo, fueron presentados algunos trabajos pioneros que esbozaban las ideas básicas y principios para poder establecer una regulación ecológica de plagas y enfermedades en agricultura ecológica.

En 1992 se desarrolló otro evento denominado «Agricultura Biológica y Desarrollo» (Madrid, 1992), organizado por Vida Sana, en colaboración con el MAPA, que abordó temas de AE y proyectos de cooperación para el desarrollo en agricultura.

Este ciclo de eventos organizados por Vida Sana se cierra en 1994 con la celebración de un Seminario de Agricultura Biológica en los Países Mediterráneos (Barcelona, abril 1994), que trató de reunir distintos trabajos y estudios de investigación desarrollados en esta área geográfica.

Otras actividades fueron las Jornadas de «Agricultura Eco-compatible» (Badajoz, 1991), que representan la preocupación de las recién creadas Autoridades Autonómicas (Junta de Extremadura), interesadas en el desarrollo de la AE y sirvieron para continuar con el debate iniciado sobre los problemas de la agricultura convencional y las ventajas y beneficios de la agricultura ecológica, en aspectos relativos a la conservación del medio ambiente. En este evento se presentaron 14 ponencias (ver bibliografía).

Sin duda, hubo otros eventos menos importantes y otras vías de presentación de trabajos científicos a la sociedad que por motivos de espacio no podemos reflejar en esta primera aproximación.

LOS EVENTOS DE LA SEAE

Sin embargo, el principal espacio de intercambio y difusión sobre los resultados de la investigación en AE, a nivel estatal, lo han constituido los distintos foros organizados por la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), desde el año 1994, la mayoría de cuyos trabajos (más de 300) han sido publicados en libros de actas.

La SEAE, desde su constitución en Madrid en 1992, ha estado impulsando varias actividades de intercambio «científico-técnico», de información entre técnicos, científicos y recientemente, entre agricultores, a nivel del Estado español a través de los foros (Congresos y Jornadas Técnicas), así como otras publicaciones y conferencias públicas. No en vano, uno de sus primeros Grupos de Trabajo, tras su constitución en las primeras Jornadas de Trabajo internas celebradas en Madrid (1993), se elaboraron las primeras recomendaciones de líneas de trabajo en aspectos de investigación, docencia y asesoramiento en AE, como se expresa en la Tabla II:

Tabla II. Síntesis de recomendaciones a SEAE (1993)

Área	Recomendación
Asesoramiento	• Constituir Seminario Permanente en Asesoría que elabore guías para asesorar, transformar, comercializar y circular información y experiencias en AE • Establecer directorio de personas asesoras. • Apoyar formación de técnicos para asesorar a productores en AE., en las comunidades autónomas. • Establecer base documental informatizada con criterios de actualización. • Inscribirse en IFOAM, en especial en grupo mediterráneo, para intercambiar información científica internacional sobre la AE • Incidir sobre normas y reglamentos de la AE, que se están redactando, creando una Comisión Técnica SEAE, que lo proponga • Realizar consulta interna a socios SEAE, sobre expectativas de SEAE, que pueden aportar y sugerencias sobre objetivos y función de asesoramiento.
Investigación	• Incidir en organismos (Nacionales e internacionales), que definen las políticas de investigación para logra que dediquen más recursos a trabajos sobre la AE. • Establecer AE como línea prioritaria en planes nacionales oficiales. • Establecer líneas para el desarrollo de la AE con arreglo a las necesidades del sector (manejo y nutrición suelo tierra, variedades, policultivos y asociaciones, manejo de plagas, ganadería, transformación, mecanización, calidad de la producción, planificación rural y comercialización. • Desarrollar métodos de investigación integrales con participación de agricultores.
Docencia y Enseñanza	• Rescatar conocimientos agrícolas, culturales y artesanales y educación ambiental (Escuelas-taller). • Reactivar escuelas-taller para Apoyar programas de huertos ecológicos en Educación Primaria • Crear módulos de AE en formación profesional agraria. • Crear y coordinar Seminarios Permanentes en docencia universitaria • Insistir en introducir la AE como asignatura optativa en planes de estudio. • Acercar Universidad al campo, y viceversa.

Fuente: Extracto del cuaderno «El reto de la Agricultura Ecológica» SEAE (1993)

En el primer Congreso de SEAE, denominado «*Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad*» (Toledo, 1994), que supuso «abrir una puerta nueva a la agricultura de calidad» (LÓPEZ, 1994), se presentaron más de 65 trabajos de investigación, entre comunicaciones, carteles y ponencias.

En el segundo Congreso de SEAE, bajo el lema *«Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural»* (Pamplona, 1996), que buscó nuevos conceptos de desarrollo rural que integraran los aspectos ambientales y sociales (GARRIDO, 1996), fueron presentados 52 trabajos, entre comunicaciones y carteles.

En el tercer Congreso de SEAE con el lema *«Una alternativa para el Mundo Rural del Tercer Milenio»* (Valencia, 1998), que quiso interpretar a la Agricultura Ecológica como un sistema agrario idóneo para un modelo económico de Desarrollo Sostenible (POMARES, 1998), se presentaron 62 comunicaciones y ponencias y 58 carteles de todo tipo.

El último (IV) Congreso de SEAE, *«Armonía entre Ecología y Economía»* (Córdoba, 2000), quiso enfatizar los aspectos de sostenibilidad (económica, ecológica y sociocultural), y se presentaron 116 comunicaciones y carteles, más 12 ponencias.

En el V Congreso de SEAE, *«La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario»*, previsto para este año (Gijón, 2002), se espera superar las anteriores cifras de comunicaciones.

Este breve repaso a las cifras de los congresos nos dan una cierta idea del crecimiento de los trabajos de investigación en este tópico en nuestro país. Además en cada Congreso se han ido celebrando talleres temáticos paralelos y mesas de debate sobre distintos aspectos de la AE, abordando estudios y aspectos sociopolíticos que completan un foro amplio de intercambio y discusión científica en torno al tema.

Tabla III. Eventos de SEAE

Año	Evento	Lugar
1993	JT «Investigación, docencia y asesoramiento técnico en AE»	Madrid
1994	I Congreso «Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad»	Toledo
1995	JT «Desarrollo rural y agricultura ecológica extensiva»	J. de la Vera (Cáceres)
1996	II Congreso «Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural» (1996)	Pamplona
1997	JT «Aspectos de consumo ecológico y enseñanza»	Sevilla
1998	III Congreso «Una alternativa para el Mundo Rural del Tercer Milenio»	Valencia
1999	JT Ganadería ecológica	M. de Lemos (Lugo)
2000	IV Congreso de SEAE «Armonía entre Ecología y Economía»	Córdoba
2001	JT «El agua y la agricultura: gestión sostenible de un recurso escaso»	Palma de Mallorca
2002	V Congreso «La agricultura y ganadería ecológicas en un marco de diversificación y desarrollo solidario» (pendiente)	Gijón (Asturias)

Fuente: Elaboración propia

Los trabajos presentados y debatidos en estos eventos han sido publicados posteriormente en Libros de Actas y el resto se ha recopilado en un importante material bibliográfico en la secretaría de SEAE y en su página web. Además otros trabajos se han publicado en las 24 ediciones

del Boletín SEAE, donde también aparecen artículos de interés y actividades que se van desarrollando en el campo de la investigación

Por **temáticas**, aquellas en las que se han presentado mayor cantidad de comunicaciones, carteles y/o ponencias son Sanidad vegetal, suelos y fertilidad y apicultura. Le siguen los temas de fertilizacion ecológica y abono verdes, biodiversidad agraria y aspectos socioeconómicos y políticos.

Se hace notar la falta de trabajos en aspectos de elaboración de productos ecológicos y la profundización

Tabla IV. Temas de investigación en Congresos de SEAE

TEMAS	Toledo 94	Pamplona 96	Valencia 98	Córdoba 00	TOTAL
Aspectos generales y principios	3	0	4	4	7
Educación y Asesoramiento	2	0	7	12	21
Suelos y fertilidad	5	3	21	2	31
Sist prod, prácticas cult y agua	9	7	3	8	10
Fertilización, Abonos verdes	5	3	1	17	26
Socioeconomía, políticas	4	6	2	13	25
Sanidad Vegetal general	9	6	23	17	55
Adventicias	1	3	1	0	5
Variedades	1	1	1	0	3
Asociación, rotación	2	1	3	0	6
Aromáticas	0	0	0	1	1
Pastos y forrajes	2	4	2	2	10
Ganadería	4	4	7	7	22
Apicultura	2	5	14	9	30
Jardinería y otros	0	0	1	0	1
Calidad, nutrición y consumo	2	3	11	4	19
Normas y certificación	0	0	0	1	1
Comercialización	0	0	0	4	4
Elaboración	0	1	0	1	2
Conversión y comparación	1	1	3	9	14
M. Ambiente, Cont., DR	5	1	6	0	12
Biodiversidad agrícola	5	1	5	11	22
TOTAL	62	50	115	122	327

Por cultivos se han presentado estudios hechos sobre más de 42 de ellos y sobre los que más se ha trabajado es en tomate, la vid, el pimiento, la lechuga y la alcachofa. Aparentemente, este hecho no tiene relación directa con las principales producciones ecológicas (frutas y hortalizas, aceite de oliva y vino), aunque habría que profundizar en ese análisis para deducir alguna conclusión al respecto.

Por grupos de cultivos son las hortalizas (intensivas, extensivas y de invernadero), los cítricos y los cereales, los que han reunido un mayor número de trabajos (comunicaciones, carteles y/o ponencias).

También las **Jornadas Técnicas**[5] (JT) de SEAE más reducidas y dirigidas a profundizar en temáticas específicas han contribuido a estimular la presentación de investigaciones sobre agricultura ecológica. La primera de ellas escogió el tema de «Investigación, docencia y asesoramiento técnico en AE» (Madrid, 1993), y fueron presentadas 10 ponencias, que todavía hoy son referencias obligadas en el tema de investigación y asesoramiento en agricultura ecológica.

La segunda jornada técnica estuvo orientada al «Desarrollo rural y agricultura ecológica extensiva» (Jarandilla de la Vera, Cáceres, 1995) y la tercera sobre «Aspectos de consumo ecológico y enseñanza» (Sevilla, 1997), tuvieron un carácter de reflexión y debate interno, más que de intercambio científico.

En la cuarta Jornada dedicada a la *«Ganadería ecológica»* (Monforte de Lemos, Orense, 1999) se presentaron 13 comunicaciones sobre la Economía de las Explotaciones Ganaderas ecológicas (2), Alimentación en las explotaciones ganaderas ecológicas (2), los residuos en las explotaciones ganaderas ecológicas (2), experiencias de ganadería ecológica (4), y la sanidad de la ganadería ecológica (3).

La última (V) Jornada Técnica sobre «El agua y la agricultura: gestión sostenible de un recurso escaso» (Palma de Mallorca, 2001) aportó 26 comunicaciones y ponencias sobre la temática, y ha sido la más parecida a un mini-congreso sobre un tema horizontal, que ya han sido editadas y están disponibles en la página web de SEAE (www.agroecología.net), junto a las actas de los cuatro Congresos de SEAE.

Además de estos eventos, de manera oficial o a través de sus miembros, de forma individual, la SEAE ha estado presente en redes y trabajos de investigación y coordinación a nivel europeo, como el caso del DOCEA[6], la red ENOF[7] que celebró 5 talleres europeos, en los que se presentaron algunos trabajos (ISART y LLERENA, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999), relativos a la sanidad vegetal y se definieron prioridades de investigación europeas por áreas temáticas, así como la participación en estudios[8] europeos.

Hemos de mencionar también que representaciones de la SEAE han estado presentes en muchas de las 14 Conferencias de IFOAM, encargándose después de difundir esa información generada en este espacio en nuestro país, pero la contribución no ha sido muy importante en este tipo de foros. La participación en las distintas redes y proyectos europeos es todavía débil y se centró en pocos núcleos de investigadores (Córdoba, Valencia y Barcelona).

Los grupos de investigadores en Agricultura Ecológica en nuestro país

Si tratamos de identificar y analizar los distintos **grupos de investigadores** que están presentando trabajos en temas de AE**, a partir** de las comunicaciones presentadas en los Congresos de SEAE, vemos que la mayoría proceden de diferentes centros de investigación oficiales y de Universidades, existiendo una muy baja proporción de investigadores privados. Los lugares habituales de desarrollo de los trabajos suelen corresponderse en mayor o menor medida con los lugares donde se sitúan las mayores superficies dedicadas a la agricultura ecológica (sureste y sur de España) hasta el año 2000. Por la persistente y continua presentación de trabajos en distintos eventos vemos que hay consolidados alrededor de 20 núcleos de investigadores, más o menos estables, que trabajan en líneas de investigación relativas a la agricultura ecológica, aunque esta situación parece depender mucho de la distinta vinculación laboral de los investigadores principales y la disponibilidad de recursos (humanos y económicos) en cada situación. Aparentemente, se están conformando varias alianzas, puntuales y en función de relaciones individuales en principio, en-

tre responsables de departamentos de Universidades, investigadores del INIA y/o CSIC e investigadores de instituciones agrarias autonómicas dedicadas a la experimentación e investigación, que apuntan al deseo de constituir grupos interdisciplinarios de trabajo, dominados todavía por profesionales de la rama agronómica y la biología (con carencia de científicos sociales).

Por regiones podemos destacar en Madrid el grupo de la UPM-ETSIA, que ha publicado trabajos sobre suelos y fertilidad. Otro grupo está ubicado en el IMIA y se ha dedicado a estudiar técnicas de cultivo. Hay un grupo del CSIC (Departamento de Agroecología) que trabaja diferentes áreas, en especial aquellas relativas a la sanidad del suelo. En Valencia hay 4 grupos consolidados de investigadores y experimentadores (INIA, CEAAM-Servicio de Protección, Estació de Carcaixent, Grupo de la UPV) dedicados a estudios diversos en cítricos, hortalizas y calidad de los alimentos ecológicos. En Castilla-La Mancha hay un importante y antiguo grupo dedicado a estudios sobre cereales de secano y la vid, entre otros temas.

Andalucía cuenta varios grupos, uno de ellos está consolidado en la ETSIAM de Córdoba y se ocupa de desarrollar estudios sociopolíticos y de desarrollo rural, que ha incursionado más recientemente en temas de olivicultura y sanidad vegetal, en colaboración con empresas cooperativas. Otro grupo está situado en la Facultad de Veterinaria, dedicado a la ganadería ecológica. Además está la Diputación cordobesa, que desarrolla estudios de reconversión en una de sus fincas. El CAAE (Córdoba) es un centro especializado en la investigación en apicultura ecológica. En Sevilla hay al menos dos pequeños grupos de investigación que desarrollan trabajos en aspectos de biodiversidad, calidad y comercialización de alimentos ecológicos. Extremadura cuenta con un grupo, todavía poco consolidado, que trabaja aspectos de fertilización ecológica y ganadería, entre otros.

En el norte tenemos en Galicia a un grupo en la EPSO de Lugo, con trabajos en ganadería y uso del riego. En Asturias se llevan a cabo estudios sobre el manzano ecológico en el centro de investigación autonómico de Villaviciosa (SERIDA). En Navarra el ITG trabaja en temas ganaderos. En Aragón la Universidad de Zaragoza cuenta con algunos estudios sobre aspectos económicos y comercialización de productos ecológicos. En Canarias hay también un pequeño núcleo dedicado a estudios sobre hortalizas y otro sobre algología. En Baleares un grupo se ha dedicado a estudios sobre hortalizas y uso del agua.

Por último, en Cataluña otro grupo de investigadores se ha dedicado a realizar trabajos diversos sobre hortalizas, especialmente en patata, frutales y plagas. Desde Murcia se han presentado también trabajos en materia de frutos secos, uso del agua y fertilización ecológica, en colaboraciones de entidades privadas y Universidad.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

En España, en general, ha sido escasa la coherencia de la política científica con los objetivos perseguidos por la AE. Aunque existan diversos grupos de investigadores, que dirigen esfuerzos al estudio de diferentes técnicas que resultan interesantes en Agricultura Ecológica, las iniciativas suelen ser de carácter individual, más que líneas institucionales de trabajo, no existiendo en nuestro país centros de investigación dedicados con exclusividad al tema.

La Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE), constituido en 1992, fue el encargado de apoyar un sistema de transferencia y difusión de la AE, y para ello fue conformado un Grupo de Trabajo de Investigación en AE (1995) que definió las prioridades de investigación, que todavía hoy están vigentes (Tabla V).

Tabla V. Prioridades de investigación en España, 1995

Aspectos	Líneas y temas de investigación
Producción vegetal	Ecología del suelo en relación con el manejo: especialmente métodos de evaluación de la actividad biológica en relación con las rotaciones. Calidad y manejo del agua para su uso en agricultura ecológica. Material de reproducción vegetal: a) Sanidad del material de reproducción vegetal. b) Obtención de material de reproducción vegetal con técnicas compatibles c) Obtención y recuperación de variedades adaptadas. Tecnología del cultivo. a) Rotaciones de cultivos para su aplicación en agricultura ecológica. b) Mejora estructura y propiedades del suelo con aportes de MO. c) Criterios de calidad de los estiércoles y purines para su uso en AE. d) Factores técnicos que condicionan la conversión de la finca AE Estudio de agentes productores de plagas y enfermedades para su manejo y control en AE (incluyendo adventicias).
Reproducción animal	Mejora de producción y calidad de pastos, forrajes y alimentos suplementarios en ganadería. Sanidad preventiva y técnicas ecológicas de lucha contra la varroa. Ecopatología y manejo de rebaños en zonas asilvestradas. Selección y recuperación de razas adaptadas y resistentes a enfermedades.
Aspectos sociológicos	Aspectos sociológicos del proceso de conversión a la AE. Valor social de la agricultura ecológica.
Experimentación y demostración	Establecimiento de una red de parcelas para experimentación en AE. Establecimiento de fincas piloto para demostración de prácticas de AE.

Fuente: Grupo de Trabajo de Investigación en AE (CRAE, 1995)

Actualmente la Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica (CRAE) no tiene competencias directas sobre políticas de investigación y extensión o de regulación de la AE, al haber sido transferida esta función a las autoridades regionales de las Comunidades Autónomas (CC.AA.) en el año 1996. Ello hace que los métodos de transferencia de los resultados de la investigación tengan una organización y desarrollo muy distintos, dependiendo de la voluntad política de los gobernantes en CC.AA., que siguen viendo a los Consejos Reguladores de Agricultura Ecológica como los interlocutores del sector AE, aunque por Ley estos órganos no son los encargados de realizar esta tarea.

En 1997 se estimó (ZANOLI y Micheloni, 1998) que había alrededor de unos 30 investigadores principales en todo el país realizando estudios dedicados en parte a realizar estudios sobre Agricultura Ecológica, publicando y realizando contribuciones a los distintos seminarios y conferencias. La mayor parte de esta investigación está orientada a la práctica (aplicada), a menudo llevados a cabo en conjunto entre agricultores y extensionistas en fincas ecológicas.

Los **temas** de investigación en España más importantes han sido la protección de cultivos, especialmente en cítricos, aunque también se están desarrollando trabajos sobre fertilidad del suelo (ZANOLI y MICHELONI, 1998). Se están desarrollando también algunos de investigación sobre ganadería ecológica y otras pocas temáticas (regulación de adventicias, rotación, tipos de variedades) en los últimos años. Recientemente también se han desarrollado algunos estudios sobre el análisis del impacto de las políticas agroambientales y otros estudios generales de carácter sociológico, pero casi no hay estudios sobre la conversión a la agricultura ecológica o sobre

modelos de sistemas agrarios ecológicos, a nivel de finca. Tampoco hay muchos estudios comparativos sobre la calidad y elaboración de los productos ecológicos.

El **financiamiento** de la mayoría de los proyectos es escasa y de corto plazo, a menudo financiado por la Unión Europea (Reg. 2.078), o con fondos regionales. La Agricultura Ecológica fue incluida en los programas nacionales de investigación, como área prioritaria, en el último plan trienal (1996-1999), con fondos públicos del INIA y de las Comunidades Autónomas, aunque la mayoría de estos trabajos se reorientaron a la agricultura integrada.

La mayoría de proyectos de investigación siguen siendo de **corto plazo**, con fondos regionales o de la UE. En el trienio 96-99 la AE fue incluida como área prioritaria en el programa nacional de investigación, pero la mayor parte de recursos fue orientada a la agricultura integrada.

Actualmente, el sistema de investigación estatal convencional tiene un Consejo Interregional, la Investigación de los centros del antiguo INIA, que coordina la investigación agrícola, donde la investigación en AE no es muy relevante, orientándose estos fondos más hacia temas de la agricultura integrada. Además existe el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que es el mayor organismo de investigación en España, con centros repartidos en casi toda su geografía y con convenios establecidos con la mayoría de las CC.AA. Los recursos potenciales para investigar en AE de este organismo son considerables, contando con tres centros (Museo de Ciencias Naturales, Real Jardín Botánico y Estación Biológica de Doñana), que reúnen el mayor número de científicos estudiosos de la biodiversidad. Además esta red pública cuenta con el Centro de Agricultura Sostenible (CAS) y la antigua Red de Edafología, que incluyen varios departamentos que desarrollan labores investigadoras en varios campos de la agronomía y aspectos relacionados con la AE, cuyos resultados podrían servir para impulsar la AE. Este organismo tiene un representante por designación directa en la CRAE estatal. A pesar de ello, es muy sintomático que en los programas y planes de investigación actuales (2000-2003) no se haga ninguna mención o referencia expresa a la agricultura ecológica (BELLO, 2000).

Las conclusiones de un reciente análisis DAFO, realizado en un encuentro del sector de la agricultura ecológica con más de 40 personas representantes del sector AE (Benifaió, 2001), se presenten en la Tabla VI:

Tabla VI. Análisis DAFO Situación del Sector AE (Benifaió, 2001)

Debilidades	**Amenazas**
Poco reconocimiento del papel investigador del agricultor Poca participación del productor Cierto «victimismo» de los investigadores que realizan trabajos en AE Escasez de tecnologías para la AE Falta de modelos propios para la investigación AE Problemas inherentes a la investigación convencional estatal en lo relativo a medios.	Peligro de repetir los errores de la investigación convencional Recortes de recursos para este tipo de agricultura Apariencia a veces poco rigurosa de la investigación en AE Resistencia de la administración a apoyar a la AE Medir la investigación con rasero convencional Poca importancia relativa de la AE
Fortalezas	**Oportunidades**
Gran motivación e iniciativa personal que tienen los investigadores «ecológicos», Existencia y característica de los agricultores ecológicos, siempre investigando, con avidez y disposición para ello. Mayor participación del agricultor ecológico en la investigación AE, que el convencional Investigación orientada a prevenir problemas en AE	Respaldo que tienen los investigadores desde los productores Situación de que está casi todo por investigar en AE Demanda social que apoya a la AE Aval del sector para investigar

Como medidas y acciones necesarias a desarrollar la investigación en AE se sugirieron las siguientes:

- Recopilar y clasificar todas los resultados de las investigaciones existentes.
- Realizar un diagnóstico con apoyo de las redes locales para determinar las demandas, necesidades y prioridades de investigación en el sector.
- Presionar para crear secciones AE dentro de los centros de investigación oficiales.

Otro encuentro de investigadores en AE a nivel de la Comunidad Autónoma Valenciana (BON REPÓS, 2002), que reunió a unos 40 investigadores y experimentadores de ese ámbito geográfico, llegó a conclusiones similares y evidenció algunos campos de investigación olvidados o sobre los que se ha trabajado poco (ganadería, trazabilidad, adopción, elaboración) y, lo que es peor, manifiesta la ***escasa difusión de los resultados de la investigación entre los productores*** *y el* ***poco conocimiento e intercambio entre grupos de investigadores***. Para paliar este problema, se consideró necesario establecer una red temática sobre investigación y experimentación sobre AE y continuar celebrando este tipo de encuentros anualmente, aprovechando la celebración de Foros o Congresos, para intercambiar y difundir resultados de las investigaciones y experimentaciones.

Las conclusiones del último congreso de SEAE, en aspectos relacionados con la investigación en AE, plantearon la necesidad de democratizar la investigación, con la participación de los agentes sociales en la elaboración y supervisión de los Planes Nacionales y Autonómicos de Investigación Agraria como destinatarios de la aplicación de sus resultados. También se demanda la inclusión en estos planes de la Agricultura Ecológica como línea prioritaria, de forma real y efectiva. Además se enfatizó en la necesidad de dar un enfoque holístico a la investigación en AE que permita abarcar las importantes relaciones entre los elementos implicados y las consecuencias que tienen en las producciones.

El último evento que analizaremos aquí es la **I Conferencia Mundial de Olivicultura Ecológica**, auspiciada por IFOAM, Ecoliva y SEAE, celebrada el pasado mes de mayo en Puente Génave (Jaén), que, al tener un carácter monográfico, redujo la cantidad de trabajos. En total se presentaron 80 comunicaciones en 4 mesas: Aspectos sociales y humanos (18/12), Ciencia y Tecnología (26/14), Sanidad Vegetal y biodiversidad (13/4), Comercialización y economía (9/4), Producciones y manejos (14/6). Además se desarrollaron 18 ponencias en 6 mesas. La mitad de las comunicaciones fueron de trabajos realizados en España (40). Los temas donde más trabajos se han presentado son Aspectos sociales (formación, desarrollo rural, normas y calidad), Ciencia y tecnología (suelo y fertilizacion), Sanidad vegetal.

Este elevado número de comunicaciones para un cultivo ecológico es la manifestación de una sensible tendencia al aumento de las investigaciones y estudios en AE en nuestro país.

LA EXTENSIÓN EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

Generalidades

La Extensión Agraria[9] ha sido un elemento esencial en la transferencia de tecnologías convencionales procedentes de la investigación, hasta tal punto que en muchos modelos forma par-

te de un solo sistema. El término se ha asimilado en ocasiones al desarrollo rural, entendiéndose de diversas formas[10]. La más restrictiva la concibió como «la mejora de la gestión del conocimiento agrario» y la más moderna la define como «un proceso de acompañamiento y apoyo a la población rural en su contexto» (SÁNCHEZ DE PUERTA, 1996). La idea de hacer útiles y llevar al máximo número de personas los conocimientos de la agricultura surgidos dentro o fuera de ella, y la de apoyar a la población rural a través de la animación sociocultural, el desarrollo comunitario o la acción política, son tan antiguas como la actividad agraria y el campo donde ésta se desarrolla.

Los cambios y la evolución de la Extensión Agraria en nuestro país ponen de manifiesto cómo, desde mediados de los años cincuenta hasta el final de los setenta, el Ministerio de Agricultura tuvo entre sus actividades principales la Extensión Agraria, adoptando, rediseñando y utilizando una herramienta que se mostró eficaz para el desarrollo rural que se implementó en ese período: la modernización de los recursos humanos y materiales en el medio rural. Este interés práctico de la Administración Agraria por la Extensión no tuvo su paralelismo, en nuestro país, en los centros de investigación y enseñanza superior. Generalmente, los sistemas de generación de tecnologías suelen estar vinculados a los servicios de transferencia de tecnología, resultado de la investigación, al usuario final. Esta tarea ha sido encomendada tradicionalmente a los llamados servicios de extensión y transferencia tecnológica agraria.

Sin embargo, en agricultura ecológica no ha ocurrido así en nuestro país, donde la política de soporte institucional a la investigación y **extensión agrarias** ha sido muy baja, a pesar de que ésta tiene una marcada influencia en el desarrollo del sector AE, debido a que la solución de los problemas técnicos en la práctica de la agricultura ecológica, a través de mecanismos institucionales, suele facilitar por lo general su manejo y disminuye los riesgos productivos (ALONSO, 2002). España figura entre los países que menos dinero dedican a la investigación en agricultura ecológica, y es uno de los 5 países de la Unión Europea (15 países) que nunca ha apoyado un servicio de extensión de la agricultura ecológica (junto a Grecia, Irlanda, Portugal y Francia[11]). La razón para ello hay que buscarla en varios hechos, desde el cuestionamiento a la existencia de los servicios públicos de extensión agraria convencionales, en un país «desarrollado» como el nuestro (SÁNCHEZ DE PUERTA, 1996), hecho por ciertos sectores con una concepción de la extensión, como «transferencia» de tecnologías y no como un aporte al desarrollo rural sostenible, hasta el hecho de que este servicio fue uno de los primeros transferidos a las autonomías, que al estar ávidas de funcionarios para otros asuntos no dudaron en cambiar la misión de estos extensionistas, pasando por el propio proceso de transferencia de competencias sobre agricultura ecológica a las CC.AA., en materia de inspección, control, certificación y promoción, que obligó a dirigir los esfuerzos rápidamente a esta tarea, sin pensar en establecer un sistema de extensión y asesoría adecuado.

La «extensión» de la agricultura ecológica va más allá de las propuestas tecnológicas convencionales, abarcando otros aspectos, valores y principios filosóficos que la complementan. Según diversos autores (citados por LAMPKIN, 1998), las prácticas «ecológicas» de producción suelen requerir, por lo general, de mayor dedicación para la información, entrenamiento, tiempo y habilidades de manejo de la finca que aquellas utilizadas en la agricultura convencional. Todo ello exige en la actualidad sistemas de comunicación, diálogo y difusión más participativos y democráticos que los actuales que involucren a los agricultores, tanto en la determinación de los problemas técnicos, como en la definición y generación de alternativas de su desarrollo y evaluación de soluciones y su posterior difusión.

El escaso soporte institucional a la investigación y la extensión en AE se ha tratado de superar, recurriendo a la capacidad investigadora del agricultor y del asesor técnico, convirtiéndoles en experimentadores que experimentan las diferentes opciones y seleccionan la mejor opción mediante prueba error y lo divulgan a otros, basándose en fuentes divulgativas de información. Esto es lo que ha ocurrido en nuestro país[12], que contó en su origen con agricultores «extensionistas», generalmente personas jóvenes procedentes de la ciudad, con un estilo de vida diferente al resto de habitantes del mundo rural, que practicaban y extendían las prácticas de la AE a sus nuevos compañeros de profesión, en ocasiones también «neorrurales». Se produjeron algunas excepciones a este perfil general, como una cooperativa de pequeños agricultores de Calasparra (Murcia), que cultivó arroz «biológico» y lo comenzó a exportar en 1978[13], con el aval y asesoría de técnicos de Vida Sana, asociación de consumidores que defiende la alimentación sana y nutritiva. En este caso, la asesoría estuvo a cargo de los técnicos empleados en la organización avaladora, hecho que provocó en ocasiones problemas de credibilidad en el mercado.

Como queda reflejado en el ejemplo anteriormente, el vacío institucional en extensión y difusión fue asumido en principio por las Asociaciones de Promoción de la Agricultura Ecológica, con métodos y estilos diversos, con mucho voluntarismo y poca profesionalidad, que limitó su alcance e impacto, y ha impedido desarrollar modelos específicos de apoyo a la transferencia de tecnologías o de resultados de investigación de la Agricultura Ecológica.

El trasvase de la mayoría de los técnicos y asesores integrados en dichas asociaciones a los recién creados Comités o Consejos de Agricultura Ecológica autonómicos, que ocasionó una «delegación» práctica de estas tareas (asesoramiento y extensión) a estos órganos, aunque paradójicamente, éstos no podían ejecutar esa función por su condición de cuerpo de inspección, a inicios de los años noventa, con el desarrollo de la Directiva Comunitaria 2.092/1991, que en España dio lugar a la promulgación del decreto ley, para regular la producción de la agricultura ecológica y la distinción de los productos procedentes de ésta, dejó huérfanas a éstas e hizo disminuir sensiblemente la ya limitada labor de extensión de la agricultura ecológica.

Existe poca información escrita sobre las acciones de extensión puestas en marcha dentro de un método. Por ello, nos basamos en este capítulo en informaciones de los boletines de las Asociaciones de Promoción de la Agricultura Ecológica (especialmente CAE, Umbela, SPAE), de contenido divulgativo y en experiencias vividas personalmente. La extensión o difusión de la agricultura ecológica hacia otros colectivos de agricultores no figuraba expresamente en la agenda de actividades de las asociaciones, cuyo trabajo estuvo más orientado a la búsqueda de información y formación de los técnicos y los pocos agricultores ecológicos integrados. Más adelante, algunas asociaciones lograron conformar (1994) lo que hoy se conoce como Federación de Asociaciones de Promoción de la Agricultura Ecológica (FANEGA), que pretendía unir los esfuerzos para la divulgación técnica a través de la revista «Savia», que con el tiempo se ha convertido en la principal publicación divulgativa del sector, ahora con el nombre de «La Fertilidad de la Tierra». Los fines principales de FANEGA contemplaron «*la facilitación e intercambio de información y experiencias entre las distintas asociaciones*» (ver estatutos), pero sus esfuerzos de formación y extensión se han visto limitados al impulso de una pequeña red sobre semillas y planteles ecológicos y algunas acciones (talleres, seminarios), en torno a la conservación de variedades locales, no evolucionando, como en otros países, hacia un modelo corporativo de extensión agraria en AE, tal vez por la falta de recursos y precariedad en la acción que ello conlleva.

En general, las asociaciones de amplia presencia geográfica en España y las más locales (Vida Sana, A. de Agricultura Biodinámica de España, la extinguida Coordinadora de Agricultura Ecológica CAE, Sociedad Española de Agricultura Ecológica, SEAE), así como muchos Seminarios Permanentes de Agricultura Ecológica (Tenerife, Sevilla, etc.), conformados por alumnos de las Escuelas Universitarias de Ingeniería Agrícola o Agronómica, así como algunas otras asociaciones más regionales (Asociación Umbela en Andalucía, Biolur de Navarra, CADAE de Asturias), han desarrollado sin duda una importante labor de sensibilización, formación y divulgación de la AE entre agricultores, técnicos, y profesores, con las numerosas actividades realizadas, pero o se han concentrado en la formación o no han seguido un método de extensión continuo propiamente dicho, ni estuvieron dirigidas hacia los agricultores ecológicos y convencionales.

En algunos casos se aprovechó la celebración de Ferias comerciales (locales y nacionales) de venta directa para organizar eventos de divulgación del conocimiento científico, con cierto apoyo de la Administración (Biocultura o la reciente de Ecoviure, Córdoba, etc.), pero ni el contenido temático ni el método utilizado fue concebido dentro de un sistema de extensión agraria o rural.

En algunos casos se han formado asociaciones privadas (Asociación de técnicos para la Agricultura Biológica, Ecoconsejeros, SEAE) que han estado realizando labores de asesoramiento y, en algunos casos, de extensión y divulgación, basado en información secundaria, ofrecido como servicio pagado, editándose algunos cuadernos técnicos y otros instrumentos que también utiliza la extensión en otros contextos, pero su peso no ha sido muy fuerte en el sector. También en otros casos, grupos de pequeños productores, organizados en cooperativas, comenzaron a emplear a un técnico como asesor en AE. Estos técnicos han tenido una formación autodidacta o han tomado parte en seminarios y cursos que ofrecieron algunas entidades educativas, como los mencionados más arriba.

Por otra parte, en algunas Comunidades Autónomas los Comités de Agricultura Ecológica desempeñaron labores formativas y de asesoría en agricultura ecológica (Extremadura, Andalucía y Navarra, entre otros), organizando cursos formativos y editando publicaciones[14], que deberán abandonar al contradecir esta función la Regulación Europea que impide que los cuerpos dedicados a la inspección, control y certificación puedan formar o asesorar a sus mismos clientes.

En el último tiempo los servicios públicos que sustituyeron a los de extensión y capacitación agrarias en las CC.AA. han comenzado ahora a integrar en sus planes de acción ciertas actividades formativas, de experimentación y asesoría en agricultura ecológica, todavía son insuficientes.

Por último, debemos mencionar aquí el esfuerzo que están realizando Asociaciones Profesionales Agrarias (COAG, ASAJA, etc.), desde hace 5 años determinadas, motivadas por la creciente demanda que tienen los productos ecológicos en el mercado europeo y por los problemas que está causando el modelo agroalimentario convencional a la pequeña agricultura familiar. Así varias APA's han creado Secciones de Agricultura Ecológica en su estructura, que cuenta con personal de apoyo técnico dedicado a la agricultura ecológica, aunque no sea en exclusiva. Estas secciones funcionan en la práctica como un órgano polifacético para asesorar a los agricultores ecológicos, organiza eventos formativos y de reflexión sobre la agricultura ecológica, recoge información, reivindica posturas del sector, etc., y puede ser el embrión de un servicio de extensión en agricultura ecológica, según el modelo corporativizado danés (SÁNCHEZ DE P., 1996).

Algunos aspectos metodológicos de la extensión

La AE, en nuestro ámbito geográfico, se rige por una regulación de nivel europeo que exige una conversión completa de la explotación agraria, en un proceso relativamente rápido, una vez tomada la decisión de hacerlo. Esto obliga a aplicar un conjunto de tecnologías de una sola vez. Este hecho, junto con el mayor vínculo de la agricultura al mercado, dificulta el manejo de esta operación de conversión, ya que el ritmo de cambio al que el productor debe adaptarse está más o menos dado. Ello impide aplicar métodos de conversión de «vía lenta», con aquellos productores menos convencidos o sensibilizados (como puede ser la agricultura integrada), que conduzca a éstos finalmente a la adopción de la agricultura ecológica en toda su explotación. La fuerte confrontación del sector productivo «ecológico», un tanto ideologizado y radical, podrá desaparecer en el futuro si esos sectores se asocian en una misma organización profesional.

Las iniciativas privadas de extensión y difusión de la agricultura ecológica son muy incipientes y con escasa experiencia, han utilizado más la asesoría directa individual. Probablemente el manejo de conceptos muy integrales y filosóficos de una propuesta de agricultura ecológica ocasionó que los métodos y medios de difusión fueran muy especializados, más dirigidos a los convencidos (manuales, escritos, etc.), difíciles de digerir por el resto de agricultores «convencionales».

En general, los pocos métodos de difusión utilizados han tenido poco en cuenta la idiosincrasia de los productores convencionales o ecológicos y las presiones y fuerzas a los que están sometidos. En particular, la investigación en los centros de investigación ha considerado poco los problemas de los agricultores en la elaboración de sus propuestas tecnológicas. Este comportamiento ha sido distinto entre los investigadores que trabajan en las antiguas estaciones de experimentación, más cercanos a los agricultores, que han considerado ciertos problemas técnicos de éstos y, en ocasiones, han actuado y actúan como asesores extensionistas de la agricultura ecológica por pura iniciativa y actitud individual. No se ha logrado definir un verdadero servicio de extensión para la agricultura ecológica que articule también a los «agentes» de base.

El método de extensión más normal de la AE fue los encuentros[15] de agricultores ecológicos, generalmente de debate a partir de ponencias técnicas y reflexión en grupos, y visitas a fincas con recorrido de campo y debate posterior. El contacto directo entre agricultores vecinos (agricultores ecológicos con convencionales) ha sido otro método usado frecuentemente. Sin embargo, los distintos estilos de vida de los primeros agricultores ecológicos impedían en muchos casos una relación más fluida que facilitara el intercambio. Convertir la finca a la agricultura ecológica era visto también como un radical cambio en la forma de vida de la familia en el agricultor convencional.

Recientemente, las administraciones regionales diseñan eventos de capacitación sobre métodos de control biológico de plagas y fertilización de cultivos, campo en el que ya existen experiencias interesantes. Estos eventos son ahora un requisito para aquellos agricultores que pretenden hacer una conversión a la agricultura ecológica y recibir las ayudas agroambientales de la PAC, pero no son propios de un servicio de extensión, ya que no se les ofrece un servicio de asesoría que les acompañe posteriormente en todo el proceso de conversión.

Materiales divulgativos

Los primeros materiales divulgativos sobre agricultura ecológica publicados en España en castellano fue el librito de «Técnicas de agricultura natural» (Instituto Bellsolá, Barcelona,

1978), traducción de textos de C. Aubert y col., enfocada a algunas técnicas para producir alimentos sanos, destinados a las tiendas dietéticas y herbolarios, referidas también a la agricultura biodinámica.

La primera obra importante que tuvo amplia difusión en el país fue la traducción de «El Huerto Biológico» (C. Aubert), editado por la Revista Integral. Algunas publicaciones de esa misma editorial contribuyeron también a la difusión de la Agricultura Ecológica, como el Extra «Volver a la Tierra». Hay que destacar también aquí algunos cuadernos divulgativos de Vida Sana, que en esta época ya comenzaron a organizar cursos de Agricultura Biológica para técnicos en Cataluña, en los lugares que después resultaría siendo centros de formación y difusión de la agricultura ecológica.

Entre los técnicos funcionó mucho el fotocopiado y difusión de «apuntes» de Agricultura Ecológica, distribuidos por la CAE (recopilados por Alberto García), rescatando los elementos de ecología no contenidos en la formación de los agrónomos que se convirtió en un instrumento de autoformación para técnicos y que luego, con la incorporación de otros elementos técnicos, sirvió para elaborar un monográfico para la formación en AE que desarrolla CADAE en Asturias (DAPENA y col., 1990). Más adelante aparecieron las primeras publicaciones sobre la Agricultura Biodinámica traducidas por la Asociación de Agricultura Biodinámica, con sede en Canarias y Madrid, que bajo la filosofía de R. Steiner publicó diversos libros, traducidas del alemán, que están disponibles y accesibles que ahora ya son conocidas en el país.

A mitad y finales de los años noventa comienzan a aparecer publicaciones del MAPA, en forma de Hojas divulgadoras, en las que se explica de manera resumida lo que es la agricultura ecológica y las técnicas principales. También se publican algunos libros básicos sobre agricultura ecológica de N. Lampkin, Juana Labrador y una recopilación de los trabajos realizados sobre la temática por el ISEC de Córdoba (E. Sevilla), en cooperación con especialistas latinoamericanos (M. Altieri), norteamericanos y europeos. Otra publicación importante fue el «Manual de insumos autorizados en la agricultura ecológica», publicado por la Junta de Extremadura (Labrador).

Los materiales de la Asociación Biolur Navarra, el CPAEN Navarro (comité de agricultura ecológica navarro), divulgados a través de la Revista Savia, los cuadernillos distintos cultivos temáticas y libros del CAAE andaluz y otras publicaciones están hoy disponibles para la divulgación en AE.

La Escuela Agraria de Manresa ha aprovechado sus cursos a técnicos para editar asimismo distintos cuadernos sobre aspectos de agricultura ecológica (frutales, ganadería, horticultura, etc.), que sirven para la extensión y divulgación de la AE.

Los artículos de «La Fertilidad» (antes Savia) han servido como material divulgativo directo para muchos agricultores ecológicos, hecho que ha sido comprobado en varias ocasiones por el autor.

En la actualidad existen diferentes publicaciones periódicas sobre la agricultura ecológica, entre los que destacan: La Fertilidad de la Tierra (antes Savia), Humus, Agrocultura, Ekolurra, Boletín de Vida Sana, Boletín Seae, Boletín Vida Sana. Vida Sana publica también folletos prácticos para productores

Existen algunas editoriales que realizan publicaciones sobre agricultura ecológica: Mundiprensa, Ateneos, El País-Aguilar, Oasis, Obelisco, Océano y RBA.

Sin embargo, aunque ya existe una numerosa bibliografía en torno a las técnicas de agricultura ecológica, dirigida a los técnicos, hay una escasa elaboración de manuales para los productores.

Situación actual y perspectivas

En un reciente análisis DAFO sobre este aspecto (BENIFAIÓ, 2001) de representantes del sector de la agricultura ecológica, se encontraron las siguientes debilidades, además de las mencionadas:

Debilidades	**Oportunidades**
Falta de criterios comunes en la formación y asesoramiento en AE Formación de los asesores poco pedagógica Ausencia de la AE en la formación reglada Escasos asesores y formadores	Posibilidad de desarrollar una formación y asesoramiento multidisciplinar con los nuevos conocimientos y el rescate tradicional. El condicionante formativo para el agricultor que hace la conversión para percibir ayudas Demanda social por seguridad alimentaria
Fortalezas	**Amenazas**
Conocimiento del bagaje tradicional Asesoría existente es holística Existe buena demanda de asesoría y formación	Ausencia de fondos para la formación y el asesoramiento de agricultores Resistencia desde la Admón Fama extendida de que AE es retroceso Poca importancia relativa de la AE AE como agricultura de segunda categoría
Fuente: Encuentro del sector estatal AE, Benifaió, 2001	

Como líneas de acción a emprender se concretaron:

- Recopilar información sobre ofertas de cursos formativos.
- Recopilar las necesidades de formación y asesoramiento.
- Presionar para implantar la formación reglada de la AE.
- Presionar a la Admón. Para que dote de asesores a las oficinas de extensión agraria.
- Desarrollar un plan para promover y fomentar la ganadería ecológica.

ALGUNAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

Como conclusiones tenemos que las primeras publicaciones sobre aspectos de investigación en AE aparecieron a principios de los años ochenta, aunque ya existían algunas ediciones divulgativas traducidas del francés.

La investigación y experimentación en AE en nuestro país fue muy escasa hasta mediados de los años ochenta y por ello se divulgaron los resultados de los experimentos en Francia, que fueron dados a conocer aquí a través de los distintos eventos que se organizaron en los primeros años hasta el año 1994. El primer foro sobre investigación en AE se organizó a mitad de los ochenta.

Los eventos organizados por SEAE, especialmente sus Congresos bianuales, han supuesto hasta ahora el espacio donde se comparte mayor información científica sobre el sector, como lo demuestran sus libros de actas, al haberse presentado alrededor de 30 ponencias, comunicaciones y/o carteles.

La investigación en España sigue siendo incipiente, eminentemente aplicada y se desarrolla impulsada más por el interés de los propios investigadores que por las políticas definidas en las instituciones. La investigación por iniciativa privada es muy reducida.

La definición de temáticas de investigación está más en función de los recursos disponibles y de la voluntad y oportunidades que aprovechan los investigadores, que de las necesidades y problemas reales del sector. Los grupos de investigadores que existen (alrededor de 20) tienen serias dificultades para coordinar esfuerzos y existen áreas en las que se está avanzando más lentamente (elaboración, aspectos sociales, adopción, etc.). Además no están definidos métodos para difundir los resultados de la investigación, que finalmente se produce de manera espontánea y con mucha dificultad.

En aspectos extensión de la AE, ésta no ha existido como servicio público y los esfuerzos de las asociaciones de promoción de la AE, los Comités de (certificación) de AE y más recientemente las Asociaciones Profesionales Agrarias, no se han desarrollado conforme a un modelo previamente definido, sino como acciones guiadas por la necesidad y la buena voluntad y han resultado en todo caso insuficientes. Algunos métodos de extensión (encuentros, visitas de campo, etc.) pueden ser retomados en un futuro sistema de extensión (horizontal y participativo), necesario para difundir la AE. Existe distinto material divulgativo, ya editado, que necesita ser revisado y enriquecido pedagógicamente para la difusión de la propuesta.

Esta situación indica la necesidad de un proceso de mayor coordinación entre los distintos núcleos de investigadores en AE a distintos niveles (regional, estatal, etc.), tanto públicos como privados, a partir de un mejor conocimiento de las líneas de investigación, el establecimiento de prioridades y la mayor integración del resto de actores del sector en esta tarea.

En extensión de la AE convendría avanzar hacia modelos de servicios denominados corporativos, vinculados a los centros de investigación y experimentación, aunque gestionados por las asociaciones de productores ecológicos, con apoyo estatal, vinculados a los centros de investigación, que mejore la metodología de difusión y acompañamiento a los agricultores ecológicos.

En cualquier caso, es necesario realizar un estudio diagnóstico en detalle del estado de la investigación y extensión agrarias en nuestro país, que corrobore las hipótesis y conclusiones aquí formuladas y que abra el espacio de debate y diálogo para la definición de estrategias de acción.

NOTAS

1 *Coordinador Técnico de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).*

2 Análisis de los factores limitantes en los agrosistemas de cereales. Su proyección en Agricultura ecológica (LACASTA y BELLO, 1988) y Estudio de los cambios sufridos por residuos de una granja avícola durante el proceso de transformación para su uso como abono orgánico (MONTSERRAT y ROSELLÓ, 1988) o «Agricultura y Medio Ambiente» (COLMENARES, 1988).

3 El Seminario es una modalidad del Workshop (taller), más parecida al Simposio. Se entiende aquí por la actividad de debate en torno a determinados temas, para lo cual se hace una invitación expresa a ponentes destacados, después de cuya presentación se discuten aspectos relativos al tema.

4 Página web de SEAE: www.agroecologia.net.

5 Jomada Técnica, se entiende aquí como un Seminario donde se presentan distintas ponencias de expertos, dejando espacio a la presentación de comunicaciones y al debate, más en función de los ponentes que de los propios asistentes.

6 **Documentación en Agricultura Ecológica (DOCEA, 1995-1997).** Acción concertada de la UE, que a través de talleres, de centros de documentación europeos y usuarios, trabajó una mejor disponibilidad de literatura relevante en AE, elaborando un plan estratégico. Se obtuvo: a) lista de publicaciones AE; b) lista de publicaciones sobre AE por

país europeo; y c) comparación de bases de datos buscando coincidencias y resultados obtenidos en aspectos seleccionados. SEAE participó.

7 **Red Europea de Investigación científica sobre AE en Europa (ENOF),** de intercambio y conocimiento de proyectos de investigación en AE, con el objetivo de establecer colaboración entre instituciones de investigación, educación, experimentación, demostración o difusión de técnicas de la AE, públicas o privadas. Coordinada por el J. Isart (Laboratorio de Entomología y análisis agroambientales (CSIC, Barcelona). Publican la revista NENOF y organiza seminarios.

8 **Estudio sobre «Desarrollo y evaluación de sistemas de AE: el papel de la ganadería y la agroforestería,** en 5 países (Francia, Alemania, Grecia, España y Reino Unido), coordinados por la Universidad de Kassel, para evaluar la vegetación de zonas de pastoreo y la mezcla de plantas en el manejo de nutrientes del suelo y la protección vegetal, realizando experimentos de campo con rotaciones de largo plazo, en sistemas ecológicos extensivos, como las dehesas. Por SEAE participaron miembros de la Universidad de Córdoba.

9 Ver también «¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural», Freire, P. 1973.

10 Para una mayor amplitud en torno al tema de Extensión Agraria recomendamos consultar la publicación «Extensión agraria y desarrollo rural». Sánchez de Puerta, F. Ed. Mapa, 1996, 550 pp.

11 Este último país, indirectamente, destina fondos en un modelo de Extensión Corporativa, de Cámaras agrarias, gestionada por los sindicatos, que ha sido enfocado en algunos casos a la agricultura ecológica.

12 Según valoraciones de distintos especialistas.

13 Ver cuaderno de Vida Sana sobre el arroz ecológico.

14 Destacar aquí las diversas publicaciones del CAAE Andalucía, Biolur y CPAENN en Navarra.

15 Como las Jornadas (3) celebradas en Sevilla (Cortijo del Cuarto) en 1984, 85 y 86 por BIOLAND.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, M.A.M. (2000). «Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español».

ALTIERI, M.A. (1984). Agroecología. Cetal. Valparaíso.

ARAÚJO, Joaquín (1990). Cultivar la Tierra. Manual de técnicas ecológicas en agricultura. Ediciones Penthalon. Madrid.

ARBUNIÉS, J.; GARDE, M.; HERRANZ, E. (1995). Los setos en el medio rural. Manual para su conservación y adaptación. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

ASOCIACIÓN UMBELA (1985-88). Diversos boletines.

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1986). II Congreso de Agricultura Ecológica: La fertilidad del Suelo. Ed. Mapa. Madrid, 216 pp. (21 trabajos).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1985). Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. Madrid. IFOAM y CSIC. Ed. Mapa, 307 pp. (35 trabajos).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1989). Congreso de Agricultura Biológica y otras alternativas en el medio rural / I. Madrid. Ed. Mapa.

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1991). Seminario sobre Protección en Agricultura Biológica. Ed. Mapa. Madrid, 110 pp. (7 trabajos).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1988). Congreso Internacional de Tecnologías Alternativas de Desarrollo. Madrid. Ed. Mapa, 224 pp. (32 trabajos).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1994) Seminario Agricultura Biológica en Países mediterráneos. Ed MAPA Barcelona.

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1987). Congreso Internacional de Tecnologías de los alimentos naturales y biológicos. Madrid, Ed. Mapa, 349 pp. (37 trabajos).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1990). Congreso Agricultura Biológica y otras alternativas en el medio rural / II. Madrid. Octubre (MAPA y Vida Sana).

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1992). Seminario Agricultura Biológica y Desarrollo. Ed. Mapa y Madrid.

ASOCIACIÓN VIDA SANA (1993). Seminario de Prevención y control de plagas y enfermedades en agricultura y ganadería biológicas. Ed. Mapa. Madrid. 130 pp. (9 trabajos).

AUBERT, C. (1979). El huerto biológico. Integral Edic. Barcelona.

BAILLEUX, P. (1994). La agricultura ecológica. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

BELLO, A. (2000). Ciencia y Formación sobre Agricultura Ecológica en el CSIC.
BIOLUR (1999). Principales productos utilizados en AE. Propiedades y formas de empleo.
BOURGUIGNON (1989). El suelo, la tierra y los campos. Vida Sana. Barcelona.
CAAE (2001). La práctica de la Agricultura y Ganadería ecológica.
CAE (1981-88). Boletín informativos.
CAMPO, T.A. (2000). Seis años de agricultura y ganadería ecológica en Andalucía. Ed. CAAE (2001). Principios técnicos de ganadería ecológica.
CÁNOVAS FDEZ, A. y otros (1993). Tratado de Agricultura Ecológica. Instituto de Estudios Almerienses.
COCPE, FANEGA, SEAE (2001). Desarrollo y Fortalecimiento del Sector de la Agricultura Ecológica en el Estado español. Benifaió (Valencia). Apuntes no publicados.
CPAEN (2000). Comercialización de frutas y hortalizas en agricultura ecológica.
CPAEN (2000). Transición de los sistemas extensivos a la agricultura ecológica.
CPAEN (2001). Agricultura ecológica: salud para la naturaleza, salud para la vida.
CPAEN (2001). Alimentación de rumiantes y comercialización de carne ecológica (bovinos).
CPAEN (2001). Olivicultura ecológica y aceites de oliva virgen.
CPAEN (2001). Agricultura ecológica. Reglas para la certificación. Navarra.
CPAEN (2000). Cuadernos para la transición a la viticultura ecológica.
DAPENA, E.; MADAULA, F.; GARCÍA, A.; FUEYO, M.A.; GONZÁLEZ, M.C.; JIMÉNEZ, J.A. (1990). Monográfico de Curso de Agricultura Ecológica. Coordinadora Asturiana de Agricultura Ecológica (CADAE). Nov-Dic., Villaviciosa.
DEMETER. El trigo. Cuadernos. Tordera.
DEMETER. El arroz. Cuadernos Tordera.
DEMETER. El mijo. Cuadernos Tordera.
DEMETER. La cebada. Cuadernos Tordera.
ECOLIVA (2002). Resúmenes de las comunicaciones presentadas. I Conferencia Mundial de IFOAM sobre el olivar ecológico: producciones y culturas.
FERTILIDAD DE LA TIERRA, L. Revista 2000-2002.
FÖLSCH, D.W.; PFIRTER, H.P.; ZÜLIG, M. Guía para una avicultura ecológica. Publicaciones de Can Ricastell.
FUKUOKA, M. (1995). La senda del cultivo natural. Terapión. Valencia.
FREIRE, P. (1973). «¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural». Freire, P. Ed. Siglo XXI. Madrid.
GARCÍA DORY, M. (Ed.) (1983). Especial Agricultura Biológica. Agricultura y Sociedad. Revista de Estudios en Agricultura y Economía Ed. MAPA.
GASCA, A.A. (1999). Principios de la gestión en ganadería ecológica. Ed. CAAE.
GLÖCKLER, M.; BOCKEMÜHL, J.; TESSON, M.F. (1993). La calidad de los alimentos. Cuadernos Demeter. Tordera.
GONZÁLVEZ, V.; MUÑOZ, R. (Eds.) (2002). La olivicultura ecológica en España. Ed. El Olivo, Jaén.
GUIBERTEAU CABANILLAS, A. (1993). Guía de productos utilizables en Agricultura Ecológica. Junta de Extremadura.
GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ, M.; SEVILLA, E. (2000). Introducción a la agroecología como desarrollo rural. Ed. Mundiprensa. Madrid.
HERRMANNSTORFER, U. La protección del consumidor. Cuadernos Demeter. Tordera.
INTEGRAL, REVISTA (1978). Volver a la tierra: Agricultura biológica y vida en comunidad.
ISART, J.; LLERENA, J.J. (Eds.) (1996). Proceedings of the 1º ENOF Workshop on «Biodiversity and Land use: The role of Organic Farming». Bonn 9-10 diciembre.
ISART, J.; LLERENA, J.J. (Eds.) (1997). Proceedings of the 2 º ENOF Workshop on «Steps in the conversion and development of Organic Farms». Barcelona, 3-4 octubre.
ISART, J.; LLERENA, J.J. (Eds.) (1998). Proceedings of the 3º ENOF Workshop on. «Resources Use in Organic Farming», Ancona, 5-6 junio.
JUNTA DE EXTREMADURA (1991). I Jomadas sobre agricultura eco-compatible. Badajoz, 90 pp. (9 trabajos).
LABRADOR MORENO, J. (1996). La materia orgánica en los agrosistemas. Mundi Prensa - MAPA. Madrid.
LEGASA LABURU, A.Mª (1993). Cultivo ecológico de la vid. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.
LEGASA LABURU, A.Mª (1993). Cultivo ecológico del espárrago blanco. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

LEGASA LABURU, A.Mª (1993). Cultivo ecológico del olivo. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

LEGASA LABURU, A.Mª (1993). La protección vegetal en Agricultura Ecológica. I parte: limitación de plagas y enfermedades en la naturaleza. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

LEGASA LABURU, A.Mª (1993). La protección vegetal en Agricultura Ecológica. II parte: resistencia de la planta y efectos de los pesticidas en su metabolismo. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla. Bocher, L. De la homeopatía a la agricultura biodinámica. Asociación Biodinámica de España.

LEGASA LABURU, A.Mª (1993). Agroecología y sistemas agrarios. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

LEGASA LABURU, A.Mª (1993). Certificación y comercialización de productos de agricultura ecológica. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

LIEVEGOED, B.C.J. Las acciones de los planetas y los procesos vitales en el ser humano y en la tierra. Asociación Biodinámica de España. Madrid.

MOLLISON, B.; SLAY, R.M. Introducción a la permacultura. Permacultura Montsant. Cornudella Mollison, B. El agua en permacultura. Permacultura Montsant. Cornudella.

NIGGLI URS (2002). Forschung als Triebfeder fuer die zukuenftige Entwickung des oekologischen Landbaus« en Revista Oekologie & Landbau nº 3/2002.

PFEIFFER, E. Introducción al método biodinámico. Asociación de Agricultura Biodinámica de España. Madrid.

ROGER, J.M. (1985). El suelo vivo: manual práctico de agricultura natural. Integral, Barcelona Samways, M.J. 1990. Control biológico de plagas y malas hierbas. Oikos-Tau.

SÁNCHEZ DE P., F. (1996). «Extensión agraria y desarrollo rural». Ed. Mapa.

SAVIA, REVISTA (1994-1999).

SEAE (1993). «El reto de la agricultura ecológica». Jornadas de trabajos sobre investigación, docencia y asesoramiento. ETSIA Madrid.

SEAE (1994). Actas del I Congreso. Toledo.

SEAE (1996). Actas del II Congreso, Pamplona.

SEAE (1998). Actas del III Congreso, Valencia.

SEAE (2000). Libro de Resúmenes del IV Congreso, Córdoba.

SEAE (2001). Actas V Jomadas Técnicas «El Agua en la agricultura: gestión sostenible de un recurso escaso». Palma de Mallorca.

SEIFERT, A. (1988). Agricultura sin venenos o el nuevo arte de hacer compost: su naturaleza, preparación y actuación. Integral Ed. Barcelona.

STEINER, R. Curso de agricultura biológico-dinámica. Editorial Rudolf Steiner. Madrid.

URANGA BALANZATEGI, J. (1995). El compostaje. Monográficos Bio-Lur. Asociación Bio-Lur Navarra. Tafalla.

VARIOS AUTORES (1989). Lecciones de agricultura biológica. Mundi Prensa. Madrid.

VISIONS, D. Temas claves sobre sostenibilidad. Permacultura Montsant. Cornudella.

WISTINGHAUSEN, C.; SCHEIBE, W. (1996). Indicaciones para la elaboración de los preparados biodinámicos. Editorial Rudolf Steiner. Madrid.

WISTINGHAUSEN, C.; SCHEIBE, W. (1998). Curso de iniciación a la elaboración de los preparados biodinámicos. Editorial Rudolf Steiner. Madrid.

ZANOLI, R.; KRELL, R. (Eds.) (1998). Proceedings of the First SREN workshop on Research methodologies in Organic Farming. Frick, Suiza, 30 setiembre - 3 de octubre. Ed. FAO/FIBL.

La extensión horizontal de la agricultura ecológica: una propuesta para reforzar su mayor diseminación entre los agricultores

JESÚS SANCHÍS[1], VÍCTOR GONZÁLVEZ[2]

[1] Agricultor Ecológico, Responsable estatal del Sector de la Agricultura ecológica de COAG
[2] Coordinador Técnico del Área de Agricultura Ecológica de La Unió -C OAG y Coordinador Técnico SEAE

RESUMEN

El desarrollo de la agricultura ecológica en nuestro país ha sido posible en gran parte por la labor pionera de los agricultores que decidieron cambiar de modelo productivo, sin contar con apoyo institucional (ayudas, asesoramiento, investigación). Al principio fueron unos pocos agricultores, muchos de ellos neorrurales, quienes comenzaron a practicar y divulgar la agricultura ecológica. Después otros muchos agricultores se incorporaron a esta práctica. Las diferentes asociaciones de promoción de la agricultura ecológica que se formaron en nuestro país, no lograron en su mayoría consolidarse como tales. Sin embargo, dentro de las asociaciones profesionales agrarias se han ido conformando secciones que apoyan este tipo de agricultura, destacando en esta labor la COAG, que actualmente ocupa la presidencia de cinco Consejos o Comités de Agricultura Ecológica, lo que la hace partícipe en la gestión de esos órganos de control, certificación y promoción de la agricultura ecológica en esas comunidades autónomas. El sector de la agricultura ecológica sigue sin contar con el apoyo de los sistemas de investigación y extensión agrarias convencionales, que impide su mayor desarrollo. Por otro lado, es necesario y urgente establecer plataformas de diálogo que puedan incidir en la definición de políticas agrarias más favorables a este sector y fortalecer la formación de los agricultores ecológicos, partiendo de sus propias experiencias, con una apertura hacia los agricultores convencionales. La integración de los agricultores ecológicos y convencionales en una misma organización agraria es una circunstancia que favorece el acercamiento entre los agricultores (convencionales y ecológicos). Establecer un sistema de asesoramiento o extensión agraria horizontal, más participativo que propague las experiencias entre los agricultores, facilitará la mayor diseminación de la agricultura ecológica entre los agricultores convencional y será menos dependiente de los aparatos técnicos. Sin embargo, esta iniciativa requiere un apoyo decidido a este tipo de asesoramiento de parte de las instituciones para su arranque, como ya ha ocurrido en la producción integrada para otro tipo de asesoramiento técnico. El objetivo de esta comunicación es presentar los principios que deberían regir un modelo de desarrollo y diseminación de la agricultura ecológica, a partir del diálogo y la formación horizontal entre agricultores (convencionales y ecológicos) dentro de una misma

organización, que aprovecha esa característica para influir también en las políticas agrarias que favorezcan la agricultura ecológica.

Palabras clave: metodología horizontal, extensión agraria.

INTRODUCCIÓN

La práctica de la agricultura ecológica[3] se ha ido extendiendo fuertemente en la última década pasando en la última década (1991-2001) de 4.235 a 485.140 Ha. En el mismo período, los operadores de agricultura ecológica (productores y elaboradores) han pasado de 396 a 16.576 (MAPA, 2002). Este crecimiento se ha debido en gran medida a la mayor demanda de ésta producción de calidad por consumidores centroeuropeos, causados por los escándalos alimentarios ocurridos en Europa en los últimos cinco años. Pero no hay que olvidar la importante labor desarrollada por los agricultores, que con escasa experiencia en la producción agraria ecológica y con escaso apoyo institucional (ayudas a la producción, asesoramiento e investigación oficiales), tomaron la decisión de cambiar la forma de producir en sus explotaciones y decidieron «experimentar» la producción ecológica, tratando de resolver los obstáculos técnicos que encontraron en ese trabajo y compartieron y divulgaron este método a otros agricultores. Sin embargo el % relativo sobre la Superficie Agraria Útil (SAU) y sobre los agricultores totales no supera hoy el 2% del total. La agricultura ecológica tiene impactos positivos en el medio ambiente, que la hacen candidata a ser la agricultura del futuro. Por esta razón es necesario que cada vez más su práctica se disemine y se convierta finalmente en una práctica mayoritaria entre los agricultores, que contribuya así al desarrollo rural sostenible. Ello nos evitará los actuales problemas de erosión del suelo por el laboreo, y su desprotección por la eliminación de la cubierta vegetal en zonas de pendientes o la disminución de la fertilidad de los suelos por la ausencia de aportes orgánicos al suelo. Además contribuirá a mejorar los problemas socioeconómicos que tiene planteado el sector agrario, como la despoblación de las zonas rurales, la disminución de la renta de los productores y habitantes rurales, el envejecimiento de los agricultores, entre otros. Esto es lo que persigue ahora la nueva propuesta de revisión de la política agraria comunitaria (PAC). Este cambio debe darse de manera progresiva y paulatina sin acciones coercitivas, a través de la disuasión y el convencimiento, con acciones formativas adecuadas, apoyándose en la experiencia ganada en el pasado, sin disminuir el empleo y la despoblación rural, erradicando la explotación familiar agraria.

Para ello, además de establecer políticas adecuadas que defiendan un modelo productivo diversificado, complementado con otras actividades de producción agraria y de otra índole en las zonas rurales, es necesario establecer mecanismos que propaguen esta propuesta, contando con la participación activa de los propios agricultores, auténticos protagonistas del sector.

ASPECTOS FAVORABLES DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

La Agricultura Ecológica y la dimensión ambiental

Las principales ventajas y beneficios en la conservación del Medio Ambiente y en la conformación del paisaje con la disminución de contaminantes, derivados de la producción especiali-

zada agropecuaria, se expresan en la Tabla I, enunciados según los principales problemas que causa la práctica de la Agricultura Convencional, hoy en día. Constatar, ratificar o ampliar estas aseveraciones en distintas situaciones y ámbitos geográficos, a través de investigaciones y estudios, es una tarea que es necesario abordar.

Tabla I. Contribución de la AE al medio ambiente

Aspecto	Impacto de la AE
Cambio climático (dióxido de carbono, óxido nitroso, metano	Reducir y disminuir las emisiones de gases del efecto invernadero, vía manejo y desarrollo del suelo como captador de carbono (con más materia orgánica), el uso de estiércoles sólidos frente a líquidos, la no utilización de fertilizantes inorgánicos nitrogenados, la menor carga ganadera, la poca energía contenida en los insumos usados y el uso de materiales orgánicos.
Calidad del Aire	No se hacen fumigaciones de pesticidas y no hay volatilización del amonio por no utilizar fertilizantes N y uso de henos y pajas en las camas de ganado, el compostaje y la exigencia de disponer de tierra suficiente para distribuir el estiércol.
Desechos	La AE requiere menos insumos externos, es menos intensivo, evita el uso de agroquímicos y el uso rutinario de medicinas veterinarias está prohibido. Los piensos no superan el 40% del total de la ración alimentaria diaria del ganado.
Recursos hídricos	El mayor contenido de materia orgánica del suelo, incrementa la retención del agua y reduce sus pérdidas, disminuyendo así la necesidad de riego. Hay mayor eficiencia en el uso del agua disminuyendo el riesgo de sequía, en época seca.
Calidad del agua y mantenimiento de la pesca	Los fertilizantes inorgánicos de N y P que provocan la infiltración de nutrientes están prohibidos en AE, son más extensivos y tienen mayor contenido de materia orgánica. Desaparece el riesgo de contaminación de aguas superficiales y subterráneas por pesticidas sintéticos. La escorrentía de sedimentos e infiltración de bacterias se reduce por el incremento de materia orgánica del suelo.
Protección frente a inundaciones	La AE evita y reduce los daños por inundaciones o escorrentías por su mayor nivel de materia orgánica
Conservación del paisaje y protección del suelo	En un suelo con manejo ecológico, las partículas de tierra se agregan en partículas, mejorando su estructura (mejor calidad de retención del agua, mejor drenaje y reduce la susceptibilidad a la compactación) y disminuye su erosión. Su mayor naturaleza extensiva y la estimulación de la integración ganado y agricultura, evita los efectos dañinos del sobrepastoreo. El principal objetivo de muchas de las prácticas AE es la protección del suelo (compostaje, rotación, cobertura, etc.).
Conservación de la biodiversidad	La AE se hace en cultivos mixtos, con mayor diversidad varietal de cultivos y ganado, con ciclos cerrados y utiliza la rotación, de forma extensiva, manteniendo vivo el suelo. Además mantiene hábitats no cultivados para los depredadores auxiliares (setos, barreras, etc.)

Fuente: Adaptación propia de diversas fuentes
La Agricultura Ecológica y la dimensión económica

Desde los sectores económicos que apoyaron la (mal)[4] llamada «Revolución Verde», se ha cuestionado la viabilidad económica de la AE, olvidando que la gran mayoría de los millones de pequeños agricultores existentes hoy en día en el mundo han sobrevivido y perdurado a lo largo del tiempo, produciendo alimentos de manera tradicional, con un profundo respeto a los mismos principios que ahora retoma la AE.

Sin embargo, debemos reconocer que a pesar de esa prueba de resistencia que lo avala a la economía campesina, muchos pequeños productores están en peligro de desaparición, debido a una diversidad de presiones externas e internas, consecuencia de una economía de mercado, que determina las reglas del juego a un nivel global, como en el caso de los precios de los principales productos agropecuarios (Acuerdo de Agricultura de la Organización Mundial del Mercado, OMC), sin considerar los costos de las externalidades. Todo ello, unido a las políticas gubernamentales, generalmente dirigidas en contra de los pequeños productores, y la desigual e injusta distribución de la propiedad de la tierra, hace que la pequeña agricultura campesina, más cercana a los principios ecológicos, se encuentre en crisis.

Los sistemas convencionales de producción suelen enmascarar los costos y subsidios que reciben, además de esquilmar en poco tiempo gran parte del «capital de inversión» disponible en la Naturaleza. Algunos ejemplos de este hecho, en el último siglo, son el agotamiento de la energía fósil acumulada durante millones de años, la erosión de suelo fértil formado durante miles de años y la pérdida incalculable de material genético, mejorado durante siglos por diferentes culturas.

Al mismo tiempo, la agricultura convencional concentra sus inversiones en el corto plazo, con capital y recursos prestados al presente, «empeñando» el futuro de toda la Humanidad, al afectar gravemente a la salud pública y al Medio Ambiente. Muchos de los costos que tendrán que ser «pagados» por las generaciones futuras no pueden ser calculados todavía, pero las consecuencias sí las sentiremos pronto.

Algunos de estos costos económicos son:

- La contaminación del agua, el aire, las personas, los peces y la vida silvestre con agroquímicos, creando un efecto de «bomba tóxica de tiempo», cuyos efectos sólo serán descubiertos cuando ya sea muy tarde para evitar el desastre.
- El costo del agotamiento, sedimentación y salinización de fuentes de agua, consecuencia de las modernas prácticas agrícolas.
- El impacto global de la desaparición de grandes masas de bosques tropicales, con la excusa de producir cultivos y ganado a bajo costo.
- La resistencia bacterial provocada por el uso veterinario de antibióticos, como resultado de la adición de pequeñas dosis de éstos en la alimentación de ganado, para conseguir así una «ganancia» (económica) en el incremento de peso.

Aparte de las subvenciones directas a determinados pesticidas, decretado por los gobiernos en muchos casos, hay que añadir además los subsidios «indirectos», en forma de legislaciones más favorables a las multinacionales fabricantes de agroquímicos. El precio pagado por los agricultores del mundo industrializado por la compra de pesticidas es también subsidiado «de facto», por el flujo de ganancias de las empresas multinacionales, operando desde países ricos, al aprovecharse éstas de la venta de pesticidas restringidos y no registrados en países con legislaciones más permisivas, en lo que ha venido en llamarse efecto de «doble standard». Ello supone en la

práctica un subsidio adicional al precio de los pesticidas, que disminuye el costo de la investigación y desarrollo de otros pesticidas, transferido al comprador-agricultor de esos productos en dichos países.

La eliminación de ese doble standard y la prohibición de la exportación de estos «venenos» acarrearía un costo añadido a las multinacionales que debería pagar no sólo por la deposición y eliminación de los residuos tóxicos, sino que deberían renunciar a ese flujo de ganancias provenientes de la venta en los países pobres. Estos costos tendrían cierta significancia y serian transferidos inevitablemente al precio de los pesticidas que serían pagados por los usuarios compradores.

Al contabilizar los subsidios económicamente «ocultos» (socialmente visibles, ya que provocan envenenamientos y destrucción ambiental) descubrimos fácilmente la diferencia sustancial entre los precios de mercado actuales de los pesticidas y los precios reales. Con esta nueva manera de estructurar los costos de producción, la viabilidad económica de la agricultura convencional quedaría en entredicho y podría al descubierto un sistema de cálculo de costos de producción obsoleto en la agronomía moderna.

La rentabilidad en general en la Agricultura

Se ha puesto en duda también la propia «rentabilidad» de la AE, entendiendo a ésta como la capacidad de producir «beneficios» (económicos, se entiende). Si la rentabilidad de una actividad depende de la existencia de una demanda de mercado, dispuesta a pagar el precio ofertado (precio de costo, más ese margen de beneficio), podemos concluir sin temor a equivocarnos que la AE sí es rentable, hoy en día, como lo demuestra la existencia de un voluminoso mercado ecológico mundial. La AE no sólo es posible técnicamente, sino que en muchos casos es una actividad económica altamente lucrativa.

Además varios son los sondeos de mercado realizados a través de encuestas a consumidores, que indican la existencia de una disposición del consumidor de clase media, a pagar un sobreprecio por alimentos más sanos, en torno al 20-30% más.

Por otro lado, producir ecológicamente no siempre resulta más caro que con métodos convencionales. A largo plazo, sólo una agricultura ecológica podrá ser rentable (económicamente) y sostenible o perdurable, desde el punto de vista medioambiental.

Se está de acuerdo en la existencia de una disminución de los rendimientos agrícolas, al inicio del período de conversión. Pero una vez superado este período inicial y restablecido el equilibrio en la explotación, con el reclicado de materiales orgánicos, no existe argumento científico[5] suficiente que soporte esta hipótesis.

De cualquier modo el ritmo de alza de los costos de los agroquímicos va siempre por delante del alza de precios de la cosechas agrícolas al productor. Por la razón anterior, conforme va pasando el tiempo, el empleo de agroquímicos será anti-rentable, sobre todo cuando hasta ahora los rendimientos de las cosechas no han crecido al ritmo que los costos y cantidades de insumos agroquímicos necesarios en la producción (p. e., se necesita ahora casi diez veces mayor cantidad de cosecha, al valor de mercado, para comprar los mismos insumos o maquinaria que hace 20 años). Ello ha hecho disminuir considerablemente las ventajas económicas de la intensificación química en la agricultura (tecnificación) de la llamada «revolución verde».

La Agricultura ecológica y la dimensión sociocultural

La agricultura ecológica rescata y en todo caso respeta muchos de los conocimientos y tradiciones culturales locales ligadas a la producción, posibilitando así la participación activa y creativa del agricultor y los diferentes actores al mejoramiento de la cadena alimentaria, en todo el proceso, desde la producción, la elaboración, distribución, hasta el consumo de productos ecológicos.

En algunos estudios se aborda el problema de la equidad de género, concluyendo en muchos casos que la AE contribuye con mayor fuerza a este objetivo. Los agricultores ecológicos suelen dedicar muchos esfuerzos a formarse e informarse y a transmitir a los demás sus experiencias, aun recibiendo escaso apoyo institucional. También suelen participar muy activamente en la vida social de su entorno.

LOS PROBLEMAS DE LA EXTENSIÓN AGRARIA[6] CONVENCIONAL

Con el inicio de la Revolución Verde (1960) también se iniciaron esfuerzos sistemáticos para la generación y transferencia de tecnológicas agrícolas, auxiliado por el sector público que jugó un papel esencial en el desarrollo de estos sistemas de generación y extensión agrarias.

Generar y transferir tecnología para mejorar las rentas de los pequeños agricultores ha sido la preocupación de muchos gobiernos, que para ello diseñaron mecanismos, bajo el supuesto de la existencia de una articulación natural e inevitable del proceso de investigación y sus resultados, con el proceso de transferencia de dichos conocimientos y su adopción por parte de los usuarios finales, los productores. Sin embargo, la práctica ha manifestado resultados poco satisfactorios. Las razones principales que explican las ineficiencias del sistema son resumidas por Trigo y Runsten en estas tres:

- Paralelismo entre la investigación y extensión.
- La demanda tecnológica variada y particularizada.
- La oferta tecnológica no coincidente con la demanda de los pequeños agricultores.

La actividades y procedimientos de la investigación convencional, tal como se enseña en las universidades de Agronomía y se practica en las organizaciones oficiales, ha contribuido a la falta de sostenibilidad de la agricultura actual, al concentrarse en desarrollar sistemas agrícolas que exigen el uso de altos insumos externos y han descuidado las necesidades de los pequeños agricultores.

La tendencia general de la investigación y extensión agrarias a priorizar las regiones de alto potencial, los cultivos de exportación y los agricultores de mejor condición económica, ha producido resultados que están fuera del alcance de la mayoría de los agricultores y son inapropiados para las zonas de pequeña agricultura.

Las razones para ello se resumen a continuación:

– Concentración en determinados productos básicos.
– Orientación primordial a la comercialización, con la consecuente pérdida de nutrientes.
– Indiferencia ante los efectos ambientales.

– Descuido de las zonas de secano marginales y de recursos naturales locales (variedades y razas).
– Discriminación de género.
– Subestimación del conocimiento de los agricultores.
– Investigación en las estaciones experimentales.
– Extensión tecnológica fragmentada.

El modelo convencional de transferencia de tecnología, que sigue teniendo por objeto difundir ampliamente un «paquete tecnológico uniforme», *niega la continuación de la transformación tecnológica mientras ésta se extiende* entre los agricultores e impide que los investigadores y extensionistas se vinculen a estos procesos de transformación para ayudar a desarrollar técnicas diferentes para circunstancias distintas.

La investigación sigue siendo considerada *monopolio de los científicos*, que se adentran en las fronteras del conocimiento «creando» nuevas tecnologías. No obstante existen muchos ejemplos que demuestran que existen otros agentes de innovación y divulgación de nuevas tecnologías, más allá de los institutos formales de investigación y extensión agrarias, como en el caso de la lucha contra la mosca del olivo.

En muchos sistemas agrícolas de secano, como el caso del olivo, la tecnología científica disponible simplemente no es aplicable. Es más, la mayoría de las tecnologías agrícolas que se usan actualmente en el mundo fueron creadas por agricultores, no por los científicos formados en el ámbito de la educación formal. Estas innovaciones son creadas y difundidas por los agricultores a través de procesos totalmente ignorados por muchos agentes externos.

EL ASESORAMIENTO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA EN ESPAÑA

La política de apoyo institucional a la investigación y extensión agrarias ha sido distinta en los países de la Unión Europea. Estas dos áreas tienen una marcada influencia en el desarrollo del sector, ya que la solución de los problemas técnicos en la práctica de la agricultura ecológica, a través de mecanismos institucionales, por lo general, facilita el manejo y disminuye los riesgos productivos (ALONSO, 2002). Los países escandinavos, el Reino Unido y Alemania y, en menor medida, Francia y Holanda, son lo que más dinero destinan a la investigación en AE, financiando también los servicios de asesoramiento técnico. Entre los países que menos dinero dedican a la investigación se encuentran los mediterráneos (a excepción de Italia), área del olivar (España, Grecia y Portugal), donde tampoco se financian servicios de extensión en agricultura ecológica.

En España, después de la transferencia de competencias sobre agricultura ecológica a las comunidades autónomas, se ha desarrollado un sistema propio de inspección, certificación y promoción semipública, con muchos elementos comunes. La participación e influencia de los integrantes del sector AE, decisivos en la discusión inicial del Reglamento, que reguló la Agricultura Ecológica, no logró establecer un sistema de extensión y asesoría para la agricultura ecológica.

En muchas Comunidades Autónomas, los Consejos o Comités de Agricultura Ecológica, responsables de los sistemas de control y certificación, están tutelados por los productores de las asociaciones profesionales agrarias. Sin embargo, esta posición predominante del sector

productivo (COAG tiene la presidencia de 5 consejos) sólo posibilita a éstos incidir tímidamente en *la gestión y calidad de la inspección, control y certificación y en aspectos de promoción* genérica del producto, pero no permite, por las características de estos órganos[7], establecer sistemas de extensión y asesoría en agricultura ecológica que apoyen su diseminación.

Por otro lado, la poca investigación que hay en agricultura ecológica tiende a concentrarse en fincas piloto, a veces de agricultores ecológicos, otras veces en fincas institucionales, lo cual limita su difusión, al convertir éstas en una prolongación de los centros de investigación, donde la decisión ultima sobre lo que hay que investigar y cómo hacerlo recae en los equipos investigadores, que en pocas ocasiones incorporan el «saber» y experiencia del agricultor, en su manejo y análisis.

Esta situación genera la demanda de asesoramiento técnico que muchas veces no puede ser satisfecha, dada la escasez de técnicos formados en esta disciplina y la dificultad de estos últimos en la utilización de formas de relación con el agricultor y métodos de extensión adecuados.

Además de esta situación es necesario rescatar los elementos importantes de las experiencias de conversión de las explotaciones agrarias ecológicas que ayuden a la conversión de nuevos agricultores ecológicos a no cometer iguales errores.

METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS DE EXTENSIÓN DE TECNOLOGÍAS

Las metodologías de extensión diseñadas en las últimas décadas han querido superar los deficientes resultados obtenidos en los sistemas convencionales. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que muchas de las metodologías se desarrollan con propósitos a conveniencia de las instituciones, son inestables en el tiempo y tienen una cobertura limitada. Algunas se convierten en metodologías rígidas, inflexibles, burocráticas y autoritarias y otras son extremadamente informales, esporádicas, sufren de obsolencia y carecen de seguimiento.

Los enfoques comunes de todas estas nuevas metodologías parten de la especificidad local, el análisis de las zonas agroecológicas, las tipologías de productores, con investigación in situ, la validación con la participación de la clientela y la selección de métodos acorde con los objetivos y los destinatarios.

La extensión agraria «horizontal» debe ser un proceso a través del cual la gente adquiere capacidades para poder resolver sus problemas y mejorar sus condiciones de vida por sí solas, a través de la mejora agrícola, productiva y del manejo de los recursos naturales.

Nos centraremos ahora en una de las metodologías horizontales más conocida explicando las razones por las que la consideramos más adecuada para diseminar la agricultura ecológica.

La metodología de campesino a campesino (CaC)

En la década de los años 80 surgieron varias estrategias para descentralizar la extensión y, a su vez, reducir el papel de los servicios institucionales de extensión, para acelerar el proceso de difusión de tecnologías y su desarrollo.

Uphoof (1994) destacó la importancia de establecer la comunicación horizontal entre los agricultores para la difusión de las innovaciones. Farrington y Martin (1988) argumentan que los agricultores funcionan con efectividad como educadores de sus semejantes en la comunidad, dejando a las instituciones el papel de facilitadores. Bebbington (1994) enfatizó que las organizaciones locales deben fortalecer las actividades de solución y difusión de las tecnologías a través de sus miembros.

El método campesino a campesino (CaC), o agricultor a agricultor, ha sido utilizado para ayudar a diseminar el conocimiento de las prácticas agrícolas, mediante productores previamente seleccionados, bien sea capacitándolos o efectuando giras, para observar e interactuar con los agricultores y las tecnologías relevantes de otras regiones (MCRACKEN y col., 1988). La experiencia de lograr la participación de miembros de la comunidad en los cambios más profundos, no sólo para la transferencia de tecnología, sino también en la motivación y consolidación de las organizaciones locales, ha reducido la carga de las instituciones, permitiendo el apoyo más efectivo y aprovechando los recursos en las actividades que realmente los requieren.

La metodología (CaC) o agricultor a agricultor, en su expresión más simple, implica que el agricultor promotor de la comunidad o comarca se capacita y asume la responsabilidad de promover y capacitar en las innovaciones que se adaptan a sus condiciones locales, con mínimo riesgo, a bajo costo y resultando en un aumento de su producción y productividad, a medio y largo plazo.

Los agentes externos (extensionistas) facilitan la capacitación de los promotores seleccionados por su comunidad u organización, que se da tanto en su finca; y proveen oportunidades de interactuar con otros productores en sus actividades productivas, en otros lugares de su región o fuera de ella. Esto con el fin de que la capacitación e interacción constituya una experiencia y autorreflexión para procesar las innovaciones propuestas.

La capacitación de los promotores seleccionados es eminentemente práctica y promueve el «aprender haciendo». Utiliza los medios más efectivos. Las destrezas y habilidades adquiridas se ponen en práctica en su finca, con poco asesoramiento de los extensionistas. A su vez, las giras son planificadas y organizadas por el grupo que asume la responsabilidad de cumplir con los objetivos definidos.

El efecto multiplicador de la capacitación se logra principalmente a través de la promoción y demostración de las prácticas y los resultados en la parcela del agricultor promotor. El agricultor promotor también está disponible para realizar labores de entrenamiento en las parcelas del resto de agricultores.

Las ventajas, citadas en Ramaskrina, 1997, que ofrece esta metodología (CaC) son numerosas, generando condiciones de autoaprendizaje, que engendran una cadena de predisposiciones al cambio. Se observa también que la magnitud de los beneficios logrados va más allá de las proporciones tradicionales.

Algunas de estas ventajas son:

- La diseminación (transferencia) es rápida.
- Reduce el costo total.
- Fomenta un nuevo liderazgo en la comunidad.
- Facilita la conformación o consolidación de las organizaciones locales.
- Genera tendencias de inversión para el desarrollo de la finca y la comunidad.
- La capacidad de innovar del agricultor aumenta (experimentación en pequeña escala).

LA APLICACIÓN DEL MÉTODO EN LA AGRICULTURA ECOLÓGICA

El proceso de adopción de tecnologías en agricultura ecológica no es muy diferente del resto de sectores, con la peculiaridad que supone utilizar diversas «nuevas» tecnologías de una sola vez, exigidas por el reglamento. Este hecho puede ser un obstáculo para la mayor diseminación de la AE, pero es una condición con la que debemos contar. Las innovaciones que propone la agricultura ecológica están clasificadas entre las *innovaciones de proceso*, basadas en el entendimiento de principios, diferentes a las *innovaciones de resultados*, más dirigidas a desarrollar destrezas mecánicas en tomo a una sola técnica.

La agricultura ecológica en nuestro país reúne ya condiciones y bases sólidas para el cambio. Los recursos mínimos de formación procedentes de distintas administraciones regionales, nacionales y europeas, pueden enfocarse a desatar el proceso ya iniciado que, con una gestión adecuada por asociaciones profesionales agrarias en cada zona, supondrían un enorme potencial para esa fase inicial formativa de la agricultura ecológica, que pusiera a trabajar a un importante grupo de agricultores ecológicos, como formadores-asesores de otros agricultores. Esto, unido a las actuales ayudas agroambientales y el fomento del consumo, serían los pilares básicos para una mayor diseminación de la agricultura ecológica.

Además ya se han desarrollado referentes importantes sobre los que se puede apoyar este esfuerzo de extensión horizontal, junto a la persistencia de experiencias de manejo tradicional, en distintos lugares que puede servir para generar nuevas tecnologías y replicar éstas.

El desarrollo de programas de asesoramiento y extensión de agricultura ecológica, basado en las experiencias de los propios productores, en estrecha colaboración con el apoyo técnico de las asociaciones profesionales agrarias, es una medida urgente que debe contemplarse en el futuro plan estratégico de desarrollo del sector, dedicando recursos específicos a ello.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1997). «Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable». CIED-1997.

BUNCH, R. (1996). Dos mazorcas de maíz. Ed. Vecinos Mundiales, Honduras.

COLBORN, T. (1997). Nuestro Futuro Robado. Ed. Ecoespaña.

GLIESSMAN, S.R.; GARCÍA, E.R.; AMADOR A.M. (1981): «The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems». *Agroecosystems*.

GONZÁLVEZ, V. (2001). SEAE. La agricultura ecológica en España. Artículo de revista Humus.

IRÁN, J. (1999). La experimentación campesina. PCaC Nicaragua. Ed. SIMAS.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura Ecológica. Ed. Mundiprensa.

NIELSEN, C. (1994). From peasant to peasant. Peasants Movement in Nicaragua. MS Documentation.

RAMAKRISHNA, B. (1997). «Estrategias de extensión para el manejo integrado de Cuencas Hidrográficas: conceptos y experiencias». Ed. IICA-GTZ.

REIJNTJES, C. y col. (1992). «Cultivando para el futuro». Introducción a ASBIE. Red Amigos de la Tierra.

RODRÍGUEZ, R.; HESSE, M. Al andar se hace el camino. Guía metodológica para desencadenar proceso autogestionarios alrededor de experiencias agroecológicas.

SÁNCHEZ DE LA PUERTA, F. (1996). Extensión agraria y desarrollo rural. Ed. MAPA, 542 pp.

TANGERMANN, K.D. y col. (1994). Alternativas campesinas. Modernización en el agro y movimiento campesino en Centroamérica. Ed. Latino.

VARIOS. Primeras Jomadas Mediterráneas de Olivar Ecológico Ecoliva '97. C. Comercio de Jaén.

VELDHUIZEN, VAN L.y col. (1997). Farmers Research in practice. ILEIA.

ZEUW, VAN H. y col. (1997). Promover la agricultura sostenible en América Central. ICCO-PPM.

NOTAS

[3] A efectos de esta comunicación, la agricultura ecológica incluye también la ganadería.

[4] La Revolución Verde, que en vez de tener ese nombre tuvo que llamarse revolución negra, en honor al color de la materia prima que la hizo posible: el petróleo.

[5] Al respecto existen diferentes experiencias que comparan los resultados de fincas orgánicas y otras convencionales en Europa y EEUU (Lockeretz, 1978, 81), donde se demuestra que las diferencias en rendimientos y costos, después de superar el período de conversión, no son tan grandes.

[6] Servicio orientado a asistir a pequeños productores a través de procesos comunicativos y educacionales para mejorar métodos y técnicas de producción, incrementar el ingreso y, finalmente, mejorar los niveles y calidad de la vida rural (ZANDSTRA, 1978). Se orienta a la difusión de tecnología, información y experiencias prácticas para igualar las oportunidades de acceso a las mismas entre los campesinos.

[7] El Reglamento Europeo impide que los organismos destinados a la inspección, control y certificación se dediquen también a asesorar a los productores, al considerar que disminuye su objetividad.

Investigación participativa y compromiso social para una gestión ecológica en horticultura

L. DE LEÓN[1], P. ACOSTA[1], A. BELLO[2]

[1] Dpto. Agroecología, Rel-UITA, W. Ferreira Aldunate, 1229, C.P. 11.100, Montevideo, Uruguay. Correo-e: leonardo@rel-uita.org.
[2] Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid, España. Correo-e: antonio.bello@ccma.csic.es

RESUMEN

Se recoge en este trabajo la experiencia de un grupo de productores en la zona de Bella Unión (Uruguay), que han tratado de resolver un problema de sanidad vegetal en horticultura, planteado por el nematodo *Meloidogyne incognita*. Se han seleccionado una serie de prácticas agrícolas alternativas, dando lugar a la reformulación de todo el sistema productivo. Se logra con ello no sólo mejorar los aspectos económicos, sino también reducir el impacto negativo sobre el ambiente y la salud de los ciudadanos. Se han seleccionado como alternativas la biofumigación, coberturas vegetales, rotación de cultivos y el manejo del sustrato para plantines. Se plantea el manejo del sistema productivo en su conjunto, tratando de recuperar la capacidad de autorregulación del agrosistema.

La experimentación y validación de este conjunto de prácticas ha sido posible a través de la armonización del saber tradicional con el conocimiento científico, mediante un proyecto de investigación participativa. Se ha desarrollado un modelo de gestión ecológica en horticultura que ha permitido una forma alternativa de producción con una reducción de costos, que cubre las necesidades alimenticias de los productores y asalariados, frenando el despoblamiento de zonas rurales y logrando un precio justo. Se trata, por último, de lograr la optimización del sistema productivo a través de un compromiso social entre productores y consumidores.

Palabras clave: recursos locales, protección vegetal, biofumigación, seguridad laboral, agro - ecología.

INTRODUCCIÓN

En la zona de Bella Unión, al norte de Uruguay en la frontera con Brasil y Argentina, a 640 Km de Montevideo, la actividad agrícola fundamental es el cultivo de caña de azúcar, que es el sistema productivo en el que se ha basado el funcionamiento social y económico de la zona. En la actualidad alrededor de un 70% de la mano de obra que gira entorno a la agroindustria de Be-

lla Unión está desocupada o subocupada (ESTÉVEZ, 2000). También se desarrollan otras actividades como son la producción de arroz, hortalizas bajo protección y a campo, frutales de hueso, uva de mesa y para vino. Dentro del sector hortícola se destaca la producción en invemaderos, siendo los principales cultivos tomate, morrón, melón y lechuga.

El pasar al modelo de producción intensivo en invernaderos significó un cambio tecnológico grande, con la adopción de los híbridos buscando un mayor potencial productivo y resistencia a diferentes patógenos; y posteriormente el riego localizado con la posibilidad de fertilizar a través del propio sistema. Esta situación promovió el monocultivo, el uso indiscriminado de pesticidas, el mal manejo de la humedad y temperatura, así como el laboreo excesivo. Las consecuencias de estas prácticas han sido la disminución de los niveles de materia orgánica y fertilidad de los suelos, compactación e incremento de los problemas sanitarios. La situación actual de esos productores es la de haber perdido la rentabilidad de sus sistemas productivos, teniendo además una mayor dependencia en cuanto a los insumos. En definitiva este modelo productivo no está resolviendo aspectos productivos ni económicos, con consecuencias graves en los aspectos sociales.

La experiencia que se aborda en este trabajo es la de un grupo de pequeños productores hortícolas de Bella Unión, Uruguay, que buscan soluciones para problemas productivos que amenazan su viabilidad económica. En esa búsqueda, partiendo de un problema de sanidad vegetal, se llega a la implementación de un conjunto de prácticas alternativas que no sólo permite superarlo, sino que además logra un desempeño productivo económicamente viable que además promueve la salud humana y ambiental, en definitiva la calidad de vida. Este conjunto de prácticas termina por constituir una forma alternativa de producir, que disminuye los costos, cubre las necesidades alimentarias de los productores y asalariados rurales empobrecidos y frena el despoblamiento de zonas rurales.

La gestión del sistema productivo se basa en un enfoque sistémico que prioriza el aprovechamiento de la capacidad de autorregulación del ecosistema de partida, el uso de recursos locales y la integración del saber tradicional con el conocimiento científico, en un proyecto de investigación participativa.

Este grupo de productores se encuentra conformado por 10 familias, que en total involucra a 48 personas. Son todos pequeños productores familiares, de los 27 trabajadores que ocupa 23 son familiares y sólo 4 asalariados. La superficie total que hoy está destinada a la producción hortícola es de 13,58 Ha, lo que representa un 35% del total de superficie disponible que es de 38,25 Ha.

Los objetivos principales del grupo son el mejoramiento en el desempeño productivo, económico, ecológico y social de los sistemas productivos; el logro de la estabilidad productiva a través de la diversificación y el aprovechamiento de las sinergias y de la capacidad de autorregulación de los agroecosistemas; para el mejoramiento de la calidad de vida, a través del incremento de los ingresos, de la autosuficiencia alimentaria local y de la seguridad de los productos mediante la utilización de prácticas de cultivo que estén preocupadas por la salud de los ciudadanos y el ambiente.

Entre las prácticas agrícolas que se utilizan está la biofumigación, las cubiertas vegetales, el manejo de la temperatura y humedad, el reciclaje de restos de cosecha, la rotación de cultivos, la evaluación de cultivos y variedades no tradicionales para la zona, que contribuyen al diseño de sistemas productivos diversificados, basándose en el empleo de recursos locales (BELLO y

col., 2001; DE LEÓN y col., 2001a). Los rubros y las rotaciones se orientarán al logro de productos e ingresos con una distribución estacional adecuada, tanto desde el punto de vista productivo como comercial.

En el presente trabajo se pretende utilizar como modelo el control de los nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*, que es uno de los principales problemas sanitarios en los invemaderos; para diseñar nuevos sistemas de producción alternativos basados en el empleo de la biofumigación asociada con otras técnicas de cultivo, que no necesitan del empleo de pesticidas.

METODOLOGÍA

Esta propuesta alternativa se basa fundamentalmente en el fortalecimiento del concepto de desarrollo local participativo, proponiendo una producción que utilice recursos locales y promoviendo la comercialización local, que evite los gastos por transporte; sustentándose además en una forma de relacionamiento humano en el interior de la unidad de producción entre productores, trabajadores, técnicos, consumidores y la comunidad local. Esta metodología hace que la experiencia de un productor con una tecnología validada que ha respondido con éxito a un problema, resulte el inicio de una serie de alternativas y conocimientos técnicos para la gestión de los sistemas productivos.

Prácticas Agrícolas Empleadas

En los cultivos que se realizan bajo protección en la zona de Bella Unión, tomate, morrón o pimiento, melón y cultivos de hoja, el principal problema sanitario son las pérdidas que produce el nematodo formador de nódulos radiculares, *Meloidogyne*, principalmente la especie *M. incognita*.

En agricultura convencional las prácticas más utilizadas para su control son las variedades resistentes y los fumigantes de suelo como el bromuro de metilo, metam sodio, dazomet y otros productos como el fenamifos. Sin embargo estas alternativas químicas no han sido eficaces para el control de estos parásitos y además han tenido efectos negativos en la degradación de los suelos y económicos, puesto que los costes de su uso son sumamente altos.

Frente a esta situación diversos productores han comenzado a buscar alternativas que tengan como fin resolver el problema sanitario de forma más eficiente y viable desde el punto de vista económico. Es así, que se comienzan a utilizar prácticas agrícolas alternativas como la biofumigación, rotación y asociación de cultivos, cubiertas vegetales y reciclaje de restos orgánicos.

Al intentar resolver un problema concreto, nematodos (*M. incognita*), se llegó a la conclusión de que era necesario aplicar un conjunto de prácticas que en definitiva significó reformular el sistema productivo, centrando el objetivo principal en prácticas agrícolas que pretenden restituir la capacidad de autorregulación del sistema (DE LEÓN y col., 2001a). Se diseñó un manejo planteando un diseño de producción incluyendo varias prácticas alternativas complementarias, que incluyó, en primer lugar, tomar medidas preventivas, mediante el control del material utilizado como sustrato para la producción de los plantines, siendo el mismo un compostaje producido en el predio.

Plantines en sustrato (compost) elaborado en la chacra

Se realizaron tratamientos previos a la implantación de los cultivos con biofumigación, que se define como: «la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodescomposición de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas» con restos de *Brassicas*, estiércoles de gallina y pollo, cáscara de arroz y restos de cultivos de morrón, tomate, melón, berenjena, etc. (BELLO y col., 1999, 2000; DE LEÓN y col.., 2000), también se utilizaron cubiertas vegetales, como avena y cáscara de arroz.

Materiales orgánicos utilizados como biofumigantes, estiércol ovino (izquierda) y restos agroindustriales de maíz

La rotación de cultivos es uno de los métodos más antiguos para conservar la productividad del suelo, y para controlar nematodos y otros patógenos de los vegetales originarios del suelo. Es un sistema en el que se alternan diferentes cultivos, en una secuencia que normalmente sigue un esquema diseñado, teniendo en cuenta la funcionalidad y rentabilidad de los cultivos elegidos.

Cobertura vegetal muerta con avena en cultivo de tomate

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Control de ***M. incognita***

Los tratamientos de biofumigación demostraron una alta eficacia en el control de *M. incognita*, que en los cultivos anteriores había alcanzado índices entre 5 y 8 (BRIDGE y PAGE, 1980). Se destaca también el efecto mejorador de la biofumigación sobre los parámetros físicos y químicos del suelo, lo que repercutió en la no utilización de fertilizantes químicos y mejor aprovechamiento del agua de riego.

Con la utilización de las coberturas muertas, avena y cáscara de arroz, se logró que durante los cultivos se acorten los períodos de temperatura óptima para el desarrollo de las especies termófilas del género *Meloidogyne (M. incognita)*, prolongando la duración del ciclo del nematodo y disminuyendo el número de generaciones de la población remanente después de la aplicación del tratamiento de biofumigación y por tanto reduciendo su efecto negativo sobre la producción. Por otra parte, se logró un control óptimo de malezas, no detectándose presencia de las mismas durante todo el ciclo productivo. A su vez, se pudo observar mejor aprovechamiento del agua de riego, disminuyendo la evaporación, manteniéndose la humedad adecuada.

Con la práctica de la rotación de cultivos hubo una tendencia en los suelos a mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Las rotaciones han permitido diversificar, pasando de la práctica del monocultivo, el mejor ejemplo es el tomate, a sistemas con la presencia de hasta 14 especies hortícolas. Como un ejemplo señalamos el de la utilización de un culti-

vo de ciclo corto como la lechuga, que significó un aporte al sistema productivo, ya que cumplió diferentes funciones: ser un cultivo de rápido retorno desde el punto de vista económico, y al ser sensible a *Meloidogyne* actúa como cultivo trampa e indicador de la presencia de las poblaciones del nematodo.

Efectos sobre el sistema productivo

- Mejoró la sanidad de los cultivos, a partir del uso de prácticas agrícolas que han logrado mantener niveles equilibrados de daño; y en los casos que aparecieron incidencias altas de plagas se han utilizado «preparados caseros», como prácticas estratégicas de control.
- Bajaron los costes y aumentaron los ingresos, mejorándose la productividad. En las Tablas I y II se señala cómo se mejoraron los márgenes de ingreso de los productores en los cultivos de tomate y melón.
- Se diversificó el sistema productivo, en algunos casos se pasó de uno o dos rubros a manejar por encima de 20. La mayoría de los predios pasaron de cultivar tomate, morrón y melón, a diversificar con cultivos de hoja, como lechuga, acelga, espinaca, apio; y otros como berenjena, pepino, remolacha, papa, boniato, ajo, cebolla, maíz y aromáticas.
- Mejoró la calidad de los productos. La ausencia en el empleo de agroquímicos en la producción ha llevado a que los productos que se cosechan en esos predios son totalmente sanos y no poseen residuos de plaguicidas.
- Se logró formar un grupo de productores y trabajadores, que además de la fase productiva abordó la comercialización, a través de una feria de productos orgánicos y los comedores municipales, permitiendo mejorar los ingresos.

Efectos en lo social

- Generación de instancias colectivas de capacitación, experimentación y difusión de prácticas alternativas, a través del grupo y de su articulación con otros actores sociales como la UITA, gobierno local, sindicatos de asalariados rurales, organizaciones de productores y sociedad civil en general.
- Mejoró la calidad de las condiciones de trabajo, al dejar de usar agrotóxicos.
- Mejoras en la gestión de la economía familiar.
- Aumento de la autodependencia de los productores que han sustituido los insumos, en su gran mayoría importados y caros, por recursos locales del propio predio o finca.

Efectos en lo ambiental

Mejora el ambiente laboral agrícola eliminando el uso de agrotóxicos que perjudican la salud de los trabajadores, mejorando también el ambiente general, tanto en lo local como global.

El bromuro de metilo, que se utiliza como desinfectante de suelo, no sólo tiene efectos en el lugar de aplicación poniendo en serio riesgo la salud de los productores y trabajadores, sino que también es uno de los principales destructores de la capa de ozono estratosférica. Cabe recordar

que también se ha eliminado el uso de otros productos como el aldicarb y metam sodio; así como de insecticidas organofosforados (lorsban, basudin, orthene, metamidofos) y organoclorados (Thiodan 35, cuyo ingrediente activo es el endosulfan), utilizados fundamentalmente en la producción hortícola protegida (invemaderos o invernáculos).

Tabla I. Comparación de costos y producción de tomate en diferentes sistemas productivos, con una duración de 9 meses (*).

Concepto	Sistema productivo	
	Convencional	**Alternativo**
Invernáculo (1000 m^2)		
Amortización estructura (7 años)	170	170
Valor de la tierra	70	70
Reposición (20%)	250	250
Amortización plástico (2 años)	380	380
Malla antiáfidos	—	116
Mano de obra	100	100
Riego		
Amortización	130	130
Insumos		
Abono orgánico	—	biofumigante*
Fertilizantes	400	
Fitosanitarios	594	180
Semillas	120	120
Preparación de suelo		
(incluye la desinfección con BM o la biofumigación)	730	82
Mano de obra		
Manejo del cultivo	1250	1520
TOTAL (U$S)	**4.194**	**3.118**
Rendimiento (kg/1000 m^2)	20,000	17,800
Costo/kg (U$S/m^2)	0,42	0,31
Precio promedio (U$S)	0,35	0,35
Ingresos (U$S)	7,000	6.230
Margen bruto (U$S)	2,806	3,112

(*) El costo es nulo, pues se utilizan materiales orgánicos del predio.

CONCLUSIONES

Estos resultados invalidan el modelo convencional desde el punto de vista económico, ecológico y en lo social, al seleccionar prácticas agronómicas ecológicas que permiten resolver los problemas de sanidad vegetal a través de la recuperación y promoción de la capacidad de autorregulación del agrosistema. De este modo se sustituyeron los insumos externos como los agroquímicos por recursos locales y la adecuada articulación de medidas de manejo.

Tabla II. Costos de producción en cultivo de melón cv. Galia con una duración de 5 meses

	Sistema productivo	
Concepto	**Convencional**	**Alternativo**
Amortizaciones generales	422,92	422,92
Costos de producción	758	444,16
Mano de obra	438	484,8
Total (kg)	8550	9150
Ingreso bruto	3505,5	3751,5
Gastos totales	1618,9	1351,88
Costo (kg)	0,46	0,36
Gasto variable medio	0,19	0,15
Margen bruto	2309,5	2822,54
Margen neto	1886,6	2399,6
Kilos para cubrir	2917,1	2265,8

(*) Costos medios de un sistema convencional en 15 predios o fincas, en dólares U$S.

en Bella Unión (Uruguay) (*).

Los tratamientos de biofumigación demostraron una alta eficacia en el control de las poblaciones de *M incognita*. A su vez, es de destacar su efecto mejorador sobre los parámetros físicos y químicos del suelo, lo que redundó en la no utilización de fertilizantes químicos y en un mejor aprovechamiento del agua de riego durante los ciclos de los diferentes cultivos.

Con la utilización de avena como cobertura vegetal, se logró que durante el cultivo del tomate se acorten los períodos de temperatura óptima para el desarrollo de las especies termófilas del género *Meloidogyne (M. incognita)*, disminuyendo el número de generaciones de la población remanente después de la aplicación del tratamiento de biofumigación y por tanto sus efectos negativos sobre la producción. Por otra parte, se logró un control óptimo de malezas, no detectándose presencia de las mismas durante todo el ciclo productivo.

La utilización de un cultivo de ciclo corto como la lechuga, y la forma en que se realizó, significó un aporte al sistema productivo, ya que cumplió diferentes funciones: ser un cultivo de rápido retomo desde el punto de vista económico al ser sensible a *Meloidogyne* actúa como cultivo trampa y es indicador de la presencia del nematodo.

Se desprende de los resultados obtenidos que es posible utilizar alternativas no químicas en el control de los patógenos de los vegetales con eficacia similar a la de los tratamientos químicos. La biofumigación mediante la incorporación de enmiendas orgánicas con determinadas características mejoran las propiedades del suelo, incrementan la producción y abren nuevas posibilidades en el desarrollo de alternativas para el control de patógenos en sistemas de producción. Esto ocurre porque es una práctica que, más que solucionar un problema de sanidad vegetal, busca proteger y promover las características (estructurales y funcionales) del suelo, que permite incrementar su capacidad de autorregulación, al aplicarla en la gestión del sistema productivo de modo global, y no al problema sanitario de modo aislado.

Se logró obtener costes menores de producción en los cultivos, principalmente por la eliminación del uso de fitosanitarios y fertilizantes, sin disminuir la productividad y aumentando la calidad del producto. Esto mejora además de los resultados productivos, el ingreso de los pro-

ductores y les permite una mayor independencia en la toma de decisiones.

En el diseño de estas chacras o fincas, no sólo el objetivo son los valores de calidad de su producción agraria, sino sobre todo en lograr unos precios justos, dentro de un compromiso social, sirviendo de modelo para diseñar otros sistemas productivos, teniendo en cuenta que todo esto se puede alcanzar con un poco de «sentido común» y creatividad, asumiendo que la actividad agraria es principalmente una forma de vida, pero sobre todo nos plantea que: «la agricultura no es un problema de los agricultores, sino un problema de todos los ciudadanos».

Los valores de calidad, tanto nutritiva como ambiental, de una agricultura basada en criterios ecológicos, es algo que ya casi nadie pone en duda. En estos momentos ningún agricultor se sentirá orgulloso de una agricultura convencional basada en el uso indiscriminado de agroquímicos y gastos sin sentido de energía, teniendo en cuenta los riesgos que este tipo de producción agraria tiene para la salud de los ciudadanos, para la conservación del medio ambiente y sobre todo por su dependencia de insumos externos innecesarios, que dejan en los sistemas productivos poco margen económico para los agricultores, dando lugar a unos productos agrarios caros, cada vez más alejados de un precio justo para los consumidores.

Por lo tanto, estas formas de hacer agricultura junto con el desarrollo rural, no corresponde a una agricultura «pobre» como en general se conoce en aquellos foros de investigación, que sólo se han preocupado de una agricultura de exportación para «ricos». Muy por el contrario el desarrollo rural y la agricultura campesina, la de los agricultores a pequeña escala, nos está hablando de soberanía alimentaria, concepto que se ha mostrado clave en los momentos de crisis en todos los países del mundo, pero sobre todo este tipo de agricultura nos permite descubrir los valores de multifuncionalidad de la agricultura, especialmente por su papel en la conservación del medio ambiente y la salud de los ciudadanos.

BIBLIOGRAFÍA

BELLO, A.; DÍAZ-VIRULICHE, L.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; DE LEÓN, L.; GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; SANZ, R.; HERRERO, J. (2000). Biofumigation with rice residues in integrated crop production. *2nd International Plant Protection Symposium at Debrecen University*. September 2000, Debrecen, Hungary 98 p.

BELLO, A.; GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; DE LEÓN, L.; LACASA, A. (2001). Biofumigation an ecotechnology in crop protection. *IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en Los Andes*, Mérida Venezuela, 25 noviembre a 2 de diciembre.

BELLO, A.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; DÍAZ-VIRULICHE, L.; DE LEÓN, L.; SANZ, R.; ESCUER, M. (1999). Local resources as methyl bromide alternatives in nematode control. *Abstracts of the XXXI Reunión de la ONTA* (*Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos*), San Juan de Puerto Rico, junio 1999. *Nematropica* 29, 116 p.

BRIDGE, J.; PAGE, S.L.J. (1980). Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26, 296-298.

DE LEÓN, L.; BANCHERO, L.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; BELLO, A. (2000). Control de *Meloidogyne incognita* en cultivo de tomate en Uruguay. *Boletín del Servicio de Plagas del Ministerio de Agricultura de España*, 26, 401-407.

DE LEÓN, L.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; BANCHERO, L.; VIANA, F.; BELLO, A. (2001a). Biofumigación y sistemas hortícolas alternativos de producción en Uruguay. *IV Encuentro de Agricultura Orgánica*. Asociación Cubana de Técnicos Agrarios y Forestales. La Habana, Cuba. 17-19 de mayo 2001.

DE LEÓN, L.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; ESCUER, M.; BELLO, A. (2001 b). Control de *Meloidogyne incognita* y rotación con pimiento en Uruguay. *XXXIII Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos* (ONTA). Varadero, Cuba. 11-15 de junio, 2001, 28 p.

ESTÉVEZ, N. (2000). Conferencia brindada en el Paraninfo de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, Montevideo, 19 de diciembre 2000. Dirigente de la Unión de Trabajadores Azucareros de Artigas (UTAA).

Aplicaciones agroecológicas de los índices de diversidad: análisis de su utilidad para la evaluación de la biodiversidad agrícola

SANTIAGO-FELIPE PEREDO P. Y CLAUDIA-PAZ BARRERA S.[1]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba

RESUMEN

Para la Agroecología, la determinación de la biodiversidad constituye un elemento central para establecer el potencial de un sistema agrario al momento de definir esquemas de desarrollo. Ello debe realizarse, por tanto, con el apoyo de herramientas eficaces que den cuenta de la complejidad de los agroecosistemas.

Con el objetivo de determinar la utilidad y aplicabilidad de los índices de diversidad desarrollados por la Ecología para evaluar la biodiversidad desde una aproximación agroecológica, en este trabajo se han abordado diferentes aspectos conceptuales que son relevantes para el estudio de la biodiversidad agrícola, así como los diferentes niveles, tanto de indagación como de análisis, que utiliza la Agroecología, y las principales características de los índices de diversidad utilizados por la Ecología.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la biodiversidad, tanto en ecosistemas naturales como artificiales, representa un tema de investigación de mucha relevancia, sobre todo para los estudios Agroecológicos.

Ello obedece a que una de las propuestas centrales de la Agroecología consiste en promover la biodiversidad, con el objetivo de crear (y/o conservar) agroecosistemas más complejos donde se potencien las interacciones benéficas (GLIESSMAN, 2001).

Para que esto sea posible resulta determinante el manejo adecuado de la biodiversidad presente en el agroecosistema, a través de la identificación de los atributos y funciones que ésta realiza sobre los procesos productivos (ALTIERI, 1999).

La biodiversidad, por tanto, constituye un elemento fundamental en el estudio y análisis de los sistemas agrarios para definir, a partir de su potencial, esquemas de desarrollo rural con base agroecológica (SEVILLA, 1997).

La evaluación de la biodiversidad, por ende, representa un aspecto muy importante en el seguimiento de procesos agroecológicos, por lo que la elección de herramientas eficaces en la determinación de la biodiversidad agrícola adquiere una connotación de especial relevancia.

El objetivo de este trabajo es determinar, desde una perspectiva agroecológica, la utilidad y aplicabilidad de los índices de diversidad utilizados en las ciencias ecoclógicas como herramientas para evaluar la biodiversidad presente en los sistemas agrarios.

SOBRE EL CONCEPTO DE BIODIVERSIDAD Y OTROS ASPECTOS RELEVANTES PARA EL ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

Comúnmente, se entiende por biodiversidad la fusión de los términos diversidad biológica, que es muy utilizado en los estudios de ecología y que de manera simplificada se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que interactúan en un ecosistema (KREBS, 1996; NICHOLLS y col., 1999).

Otros autores como Ledec y Goodland (1988) se refieren al término biodiversidad como la variedad genética, donde incluyen las especies, subespecies y poblaciones biológicas distintas de plantas y animales, así como la variedad de ecosistemas en los que éstos viven. McNeely y col. (1990), en tanto, además de considerar todas las plantas, animales, microorganismos, y los ecosistemas, incluyen los procesos ecológicos de los cuales forman parte.

Para Sevilla y González de Molina (GUZMÁN y col., 2000) la biodiversidad incluye además un componente sociocultural producto de la artificialización que el ser humano ha provocado en los ecosistemas dotando a éstos de una naturaleza social muy singular que es la identidad. La biodiversidad agrícola, por tanto, no puede estar separada de lo silvestre, ya que, como los autores lo señalan, el input de genes silvestres ha constituido históricamente un continuo dentro de la agricultura tradicional.

La biodiversidad, en definitiva, es un concepto que ampara a una serie de elementos que la definen dependiendo del nivel, los tipos, la escala y la perspectiva que se considere. Por tanto, se podría establecer, como lo señala Gliessman (2001), que la biodiversidad es, al mismo tiempo, un producto y una medida que permite establecer la complejidad de un agroecosistema.

Niveles de la diversidad

Generalmente, se consideran tres niveles cuando se habla de diversidad (o biodiversidad); diversidad genética, diversidad de especies y diversidad de ecosistemas. Sin embargo, Redford (1993) diferencia seis niveles dentro de la diversidad biológica. El primero de ellos corresponde a la diversidad de genes, que está referida a la variabilidad dentro de una especie, medida como la variación en los genes dentro de una especie en particular, dentro de una población, una variedad, subespecies o razas. El segundo nivel hace referencia a la diversidad de especies, definida como la variedad de especies (poblaciones) que viven sobre la Tierra, y que puede ser medida de diferentes formas, las cuales ponderan de manera distinta la presencia o frecuencia de diferentes especies en una localidad dada.

Un tercer nivel consiste en la diversidad en niveles taxonómicos superiores, la que se refiere a la variedad de organismos dentro de una región a nivel de géneros, familias, órdenes y otras categorías taxonómicas. Un cuarto nivel, el de la diversidad de comunidades ecológicas y procesos bióticos, está referida a grupos de organismos que pertenecen a diferentes especies y que co-ocurren en el mismo hábitat o área y que interactúan a través de relaciones tróficas (alimen-

ticias) y espaciales. Los procesos bióticos, por su parte, incluyen aquellos procesos tales como la competencia, la polinización, depredación y mutualismo, entre otras.

La diversidad de ecosistemas se refiere a una comunidad de organismos y a su ambiente físico que interactúan como una unidad ecológica. Este quinto nivel a su vez puede dividirse en ecosistemas tipos y en procesos ecosistémicos. Los ecosistemas tipos son comunidades limitadas en interacción con el ambiente abiótico y una de las diferencias entre este nivel y el de comunidad es la inclusión de procesos de ecosistemas como, por ejemplo, el ciclo de nutrientes. Los procesos ecosistémicos por su parte pueden ser clasificados sobre la base de aspectos como los atributos funcionales, esto es, la capacidad del ecosistema de capturar, guardar y transferir energía, nutrientes y agua; como atributos estructurales, relacionados con la distribución y abundancia de especies de varios tamaños y formas, es decir, considerando las especies como tipos estructurales; y por último, como tipos funcionales, referidos a la distribución y abundancia de especies con atributos funcionales tales como capacidad de fijar nitrógeno, comportamiento como depredadores, polinizadores, y otros similares (ANDERSEN y col., 1991).

Por último, la diversidad de biomas se refiere a regiones biogeográficas caracterizadas por formas distintivas de vida y especies principales. Estos biomas ocurren sobre áreas muy grandes e incorporan varios ecosistemas (REDFORD, 1993).

Tipos de diversidad

Un segundo aspecto que debe considerarse en el estudio de la biodiversidad, y sobre todo en la agrícola, está referido a lo que se denomina tipos o componentes de la biodiversidad. Estos corresponden a la biodiversidad planificada y la biodiversidad asociada (VANDERMEER y PERFECTO, 1995). La primera de ellas está relacionada con los cultivos y animales incluidos en el agroecosistema por el agricultor y la cual variará de acuerdo al manejo y los arreglos de cultivos. La biodiversidad asociada, en tanto, incluye la flora y fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores que colonizan el agroecosistema desde los ambientes circundantes y que permanecerán en el mismo dependiendo del tipo de manejo adoptado. La biodiversidad asociada tiene una función mediada por la biodiversidad planificada que también exhibe una función indirecta.

Escalas de la diversidad

Uno de los aspectos de gran importancia para contextualizar temporal y espacialmente el estudio de la diversidad en los agroecosistemas está referido a lo que se conoce como la escala de la diversidad. Esta puede ser medida en tiempos y espacios diferentes (REDFORD, 1993) y corresponden a las denominadas diversidad *alfa*, diversidad *beta* y diversidad *gamma* (GLIESSMAN 2001). De manera muy esquemática, la diversidad *alfa* está referida, habitualmente, a la diversidad de especies en un lugar determinado y consiste en la variedad de especies en un área relativamente pequeña de una comunidad. Del mismo modo, la diversidad *beta* se entiende como la diversidad de especies a través de comunidades o hábitats, es decir, a la variedad de especies de un lugar a otro. Finalmente, la diversidad *gamma* corresponde a una medida de la diversidad de especies de una región amplia, como lo puede ser un valle o una cordillera.

La utilidad de estos tres conceptos es que nos permiten describir cómo varían los ecosistemas y paisajes en su estructura y diversidad. Concretamente, para el caso de los agroecosistemas, la diversidad *alfa* y la diversidad *beta* presentan aplicaciones útiles que pudieran servir para evaluar la sustentabilidad de aquel.

Perspectivas de la diversidad

Hasta aquí, todo lo que hemos considerado en estas páginas han sido diferentes aspectos relativos a la diversidad desde un punto de vista, fundamentalmente, ecológico. Sin embargo la biodiversidad presente en un agroecosistema, tanto funcional como estructural, no sólo es el resultado de las interacciones entre los diferentes elementos bióticos y abióticos a través del tiempo, sino que además es consecuencia de las actuaciones que el ser humano realiza en el medio, producto del manejo que hace de los recursos naturales. Por tanto, la construcción del concepto biodiversidad, en particular el de los sistemas agrarios, implica la consideración de diferentes perspectivas.

El concepto integra, por tanto, elementos objetivos considerados científicos para investigadores como De NICOLÁS, (1991) y elementos subjetivos (emocionales, culturales). Este carácter dual, que por cierto, puede ser origen de beneficios, así como causa de ciertas confusiones, se debe a que la Naturaleza no se reduce sólo a balances de materia y de energía, sino que además a aspectos culturales que constituyen importantes mecanismos de regulación ecológica que el ser humano reconoce y participa.

Así, para la mayoría de los científicos, sostiene De Nicolás (1991), la integración de aspectos científicos y culturales (emocionales) cuestionan la objetividad científica o, simplemente, ponderan los aspectos científicos por encima de las consideraciones emocionales, cuando las motivaciones personales, los instintos y la cultura han estado ligados al desarrollo científico.

Por el contrario, al considerar criterios objetivos y subjetivos en la valoración, se adopta una actitud abierta a las motivaciones humanas, evitándose las limitaciones que impone el método científico. No se trata, tampoco, de sustituir modelos en uno u otro sentido, sino de profundizar en la comprensión de la diversidad ecológica y tratar de ampliar el paradigma científico para integrar elementos culturales.

En tomo a esta idea de diversidad, en definitiva, De Nicolás (1991) diferencia una perspectiva de carácter cultural y otra científica, que se corresponden en buena medida con la diferenciación de elementos objetivos y subjetivos.

NIVELES DE INDAGACIÓN Y ANÁLISIS PARA EL ESTUDIO AGROECOLÓGICO DE LOS SISTEMAS AGRARIOS

Ante la vertiginosa expansión que ha experimentado la Agroecología, como consecuencia de las exitosas experiencias que se llevan a cabo en América Latina (ALTIERI, 1995; ALTIERI y NICHOLLS, 1999; SEVILLA, 2001a), cada vez es mayor la preocupación por desarrollar y/o mejorar las metodologías que permiten evaluar, de manera eficiente, los procesos de transición ecológica en desarrollo.

Al respecto, una importante aportación que sistematiza los niveles de indagación y análisis, para ser considerados al momento de definir programas de desarrollo que acompañen a los pro-

cesos autogestionados por los propios sujetos de una colectividad, es la que hace Sevilla (2001b) donde establece tres niveles de indagación y cinco niveles de análisis.

En cuanto a los niveles de indagación, éstos corresponden a las perspectivas distributiva, estructural y dialéctica (GUZMÁN y col., 2000). La primera de ellas es definida como aquella forma de indagación en la que el papel central lo juega la caracterización sistemática del conjunto de datos obtenidos de la realidad para describirla en forma que pueda ser posible entender la situación de los hechos, sean sociales o naturales. Por tanto, se trata de medir con toda la sofisticación que las herramientas lo permitan, los procesos y las relaciones entre éstos para luego expresarlos cuantitativamente, con el mayor apoyo estadístico posible.

La perspectiva estructural, en tanto, consiste en el intento de explicar las relaciones existentes entre los fenómenos analizados, en términos de la percepción de los sujetos intervivientes en los mismos, y los discursos elaborados por éstos. Se genera, de esta manera, una información cualitativa que dota de sentido sociocultural a los procesos generados en la realidad, sean naturales o sociales.

Por último, la perspectiva dialéctica hace referencia a la relación que se establece en todo proceso de investigación entre los investigadores y la parcela de la realidad investigada. No se trata tan sólo de conocer y explicar, como sucede con las perspectivas anteriores, sino de intervenir y articularse con el objeto investigado, para incidir, en forma crítica, en el curso de su transformación.

Respecto de los niveles de análisis propuestos por Sevilla (op. cit.), éstos son entendidos como espacios socioculturales y ecológicos que permitan operativizar las propuestas endógenas de la localidad. El nivel más básico corresponde a la *explotación o predio*, el cual debe ser entendido en sus dimensiones tanto ecológica como socioeconómica, es decir, incluyendo el grupo doméstico sobre el que descansa la gestión de la explotación.

En un segundo nivel de complejidad se encuentra el *estilo de manejo de recursos naturales*, definido como el conjunto de explotaciones que poseen análoga naturaleza respecto a las tecnologías agrarias utilizadas, fruto de un conocimiento local común y de análogas estrategias de producción, reproducción y consumo.

En un tercer lugar se ubica la *comunidad local*, entendida como aquel agregado de grupos domésticos que, estando asentado sobre un territorio específico, mantiene su cohesión social por diferentes tipos de relaciones sociales, entre las cuales el parentesco, la vecindad y la cooperación tienen una consideración significativa en su calificación como grupo social; es decir como aquel agregado de grupos domésticos unidos por un sistema de lazos y relaciones, por intereses comunes, pautas compartidas de normas y valores y por la conciencia de ser distintos de los demás grupos definidos de acuerdo con el mismo principio.

En un nivel de complejidad mayor, la *Sociedad local* (cuenca o comarca significativamente homogénea) se define como aquel conjunto de comunidades que componen un espacio socioeconómico y ecológico que permite su percepción por un observador externo y que, en muchos casos, se encuentra cohesionado por un sentimiento de pertenencia por parte de sus habitantes, que cristaliza en una identidad sociocultural. Esta responde a un proceso histórico fruto de la coevolución de los grupos humanos con el ecosistema que abarca el manejo de sus recursos naturales.

Por último, se encuentra la unidad de análisis definida como *Sociedad mayor*. Esta unidad está referida al espacio social y ecológico que abarca tanto varias unidades comarcales o sociedades rurales como sus respectivas comunidades urbanas, que comparten un significativo número de elementos culturales constituyendo una región, país o nación cultural, caso de poseer acusados marcadores de identidad; su demarcación puede incluso coincidir con el conjunto de un estado nación.

LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

La naturaleza pluriepistemológica del enfoque agroecológico le confiere una suerte de ingenuidad al investigador que recurre a la aplicación ortodoxa de las metodologías que son propias de las ciencias influyentes de este enfoque. Es el caso de la Ecología, cuyo aporte es indiscutible (HECHT, 1999).

Una de las temáticas que ocupan a la Agroecología para lo cual ha tenido que recurrir al conocimiento generado por la Ecología para su estudio y análisis, es el de diversidad. En los últimos años, incluso, se han publicado y divulgado trabajos de investigación donde se han utilizado índices de diversidad para la evaluación de la biodiversidad en los sistemas agrarios.

Para la Ecología la diversidad de una biocenosis expresa la probabilidad de que dos individuos que se examinen, pertenezcan a especies diferentes. De esta manera, la diversidad es función de dos componentes, el número de especies presentes o riqueza específica y el número de individuos de cada una de las especies, la abundancia relativa o uniformidad. A partir de esto, el hecho que la probabilidad de encontrar individuos de especies distintas se reduce cuando una de ellas presenta mayor número de individuos que los restantes (dominancia), condiciona a que la diversidad sea máxima cuando el número de individuos de la biocenosis se reparta por igual entre las especies presentes (GARCÍA NOVO, 1997).

En el estudio de la diversidad se utilizan índices para comparar diferentes sistemas. Estos están basados tanto en el reparto de los individuos entre las especies (índice de Margalef) como en la probabilidad expresada como información (índice de Shannon). Sin embargo, la interpretación de los resultados se dificulta debido a que los dos componentes de la diversidad, anteriormente mencionado, poseen características distintas y obedecen a procesos diferentes. La riqueza, por un lado, se genera fuera del ecosistema condicionada por diferentes barreras que interrumpen el libre desplazamiento de las especies. La abundancia, en cambio, es un rasgo netamente ecológico, en donde antagonismos y sinergias regulan la abundancia (la dominancia) de individuos de cada especie en la biocenosis.

El índice más utilizado en Ecología para el estudio de la diversidad es el denominado Indice de Shannon-Wiener. Este índice utiliza como referencia el cálculo de las diversidades máximas y mínimas posibles en una comunidad, por lo que la comparación entre comunidades distintas es mucho más efectiva que para el caso del índice de Shannon, el cual utiliza rangos comparativos que fluctúan entre el cero y el infinito, haciendo casi imposible la comparación entre comunidades.

Finalmente, la especificidad de la medición, por una parte, y la complejidad de la interpretación, por otra, condiciona la utilidad que puede tener la aplicación de estos índices con fines agroecológicos.

APLICACIONES AGROECÓLOGICAS DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Para establecer las aplicaciones agroecológicas de los índices de diversidad conviene traer a colación dos aspectos muy relevantes de la teoría agroecológica, la unidad básica de análisis y sus bases epistemológicas.

Si utilizamos, una vez más, a la ciencia ecológica como punto de referencia podemos señalar que desde que Tansley acuñara el término de Ecosistemas en 1935, éste no ha estado exento de polémica. De hecho, la literatura especializada fluctúa entre la concepción sistémica definida entre otros por E. Odum, H.T.Odum, Margalef y Wolf, y la comunitaria o darwiniana de Begon,

Harper y Townsend o la evolutiva como el de Pianka, por mencionar algunos (GARCÍA NOVO, 1997). Esto deriva en que la interpretación de los sistemas ecológicos, por parte de los investigadores, oscile entre dos modelos de la trama vital, existiendo una Ecología que enfoca a la comunidad como unidad funcional y otra que la fija en el ecosistema.

La Agroecología, en tanto, se define por el agroecosistema como unidad básica de estudio bajo una concepción sistémica de intercambio abierto, y aunque considera elementos de una teoría evolucionista, ésta no es de carácter unilineal ni teleológica. Ambos aspectos, por tanto, contienen elementos que aunque hayan sido tomados de las ciencias auxiliares, la Ecología en este caso, presenta características particulares que la hacen muy diferente.

Al respecto, y de manera muy esquemática, el agroecosistema se entiende como un complejo sistema agro-socio-económico-ecológico (CONWAY, 1986) dentro de pequeñas unidades geográficas (ALTIERI, 1999a), producto de la alteración y manipulación, por parte del ser humano, de ecosistemas naturales con el objetivo de establecer unidades productivas de carácter agrícola (GLIESSMAN, 1998). Se caracterizan por ser abiertos recibiendo insumos del exterior, dando como resultado productos que pueden ingresar en sistemas externos, y que contienen componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos entre ellos (ALTIERI, 1999a), con la organización social del ser humano (MINC y VANDERMEER, 1990) y sus correspondientes atributos culturales (MARIACA, 1995) y tecnológicos (RUIZ, 1995).

Por su parte, en lo que se refiere a la evolución de los sistemas, más bien se trata de una perspectiva coevolucionista entre el sistema social y el sistema ambiental. Según ésta ambos sistemas se seleccionan entre sí y cada uno de ellos ejerce una presión selectiva en la evolución del otro. De esta manera, todo el sistema se encuentra conectado y está cambiando continuamente (NORGAARD y SIKOR,1999).

Sobre la base de estos antecedentes y los resultados de nuestra experiencia (PEREDO y col., 2000; PEREDO y col., 2002), podemos señalar que la aplicación, desde un enfoque agroecológico, de los índices de diversidad con el propósito de evaluar la biodiversidad en sistemas agrarios, se limita a las siguientes situaciones.

Desde un punto de vista conceptual, el nivel al que estos índices tienen su mayor utilidad es a nivel de especies por el tipo de información que utilizan, de la que ya nos hemos referido en el apartado anterior. Sin embargo, desde una dimensión agroecológica, pueden tener una aplicación en lo que hemos llamado diversidad en niveles taxonómicos superiores, específicamente géneros y/u órdenes. Esto se debe a la importancia que tienen algunos grupos de organismos debido a las funciones que ejercen en el agroecosistema. Por ejemplo, se podría discriminar entre grupos funcionales y grupos neutros (ALTIERI, 1994) al momento de seleccionar la información requerida por el índice. Sin embargo, esta decisión está condicionada a que exista el suficiente conocimiento de aquellos grupos funcionales, lo que actualmente no es posible.

Por tanto, no es posible una aplicación a un nivel ecosistémico, ya que por el hecho de registrar, exclusivamente, la riqueza y la abundancia de las especies, deja fuera elementos claves, desde el punto de vista agroecológico, como procesos ecosistémicos cuyas funciones son consideradas de vital importancia para la estabilidad de los agroecosistemas (ALTIERI, 1999a; ALTIERI 1999b; GLIESSMAN, 1998).

Por otra parte, la dificultad de interpretación de estos índices se acrecienta aún más si consideramos los tipos de diversidad (asociada y planificada) presentes en un agroecosistema, ya que las barreras que dificultan su medición aumenta al incorporar los efectos de las prácticas agrícolas (beneficiosas y perjudiciales) sobre los agroecosistemas.

Una situación ejemplificadora de lo recientemente señalado es lo que ocurre cuando se evalúa el efecto de la biodiversidad de la flora arvense sobre la producción (o productividad) de una explotación. Una de las complicaciones que se presentan en estos casos es determinar si la acción benéfica atribuida a éstas es debido a la presencia de especies que están presentes por acción natural o causadas por las labores agrícolas.

Ahora bien, por tratarse de un registro a nivel de especies, su aplicación a diferentes escalas se limita, desde una dimensión espacial, a la denominada diversidad *alfa*. Por lo tanto, la interpretación que se realice debe estar muy bien conceptualizada, ya que desde un enfoque agroecológico reviste mayor importancia la diversidad *beta*. De no ser así, se podría incurrir en el error de no registrar una alta biodiversidad presente en un sistema agrario producto de los diferentes arreglos espaciales realizados por el agricultor. Por tanto, la utilidad de esos índices se limita a las relaciones existentes entre las distintas comunidades presentes en un sistema agrícola (cultivo-cultivo; cultivo-flora arvense; cultivo-insecto; flora arvense-enemigos naturales, por citar algunos ejemplos) y no al agroecosistema en su conjunto.

En cuanto a la escala temporal, estas herramientas pueden ser útiles para evaluar los cambios estructurales entre las distintas comunidades a través del tiempo.

Por último, es evidente que todo lo anteriormente señalado se circunscribe a una perspectiva ecológica, quedando absolutamente ausentes otras perspectivas como la sociocultural. Perspectiva que considera elementos de mucha relevancia para el estudio de sistemas agrarios cuyo objetivo es la definición de esquemas de desarrollo endógeno a partir del potencial de los agroecosistemas y del manejo que el agricultor hace de sus recursos naturales.

Abordando este análisis desde un punto de vista metodológico, la aplicación de estos índices bajo un enfoque agroecológico como desarrollo rural sustentable, se limita a un nivel de indagación de tipo distributivo, ya que sólo constituye una herramienta que mide fenómenos naturales. Esta técnica está lejos de un intento por explicar las complejas relaciones que ocurren en un sistema agrario. Más aún lo está de la relación que se establece con los sujetos intervivientes para inducir alguna transformación de carácter positiva.

Finalmente, y bajo la misma concepción agroecológica, la utilidad de estas herramientas se limita a su aplicación complementaria y puntual como parte de una metodología más extensa y compleja. La naturaleza de estas herramientas y el contexto en que se formulan, las condicionan a cumplir una función de menor relevancia en los distintos niveles de análisis, descritos anteriormente, concebidos como espacios ecológicos y socioculturales.

A MODO DE CONCLUSIÓN

A través de estas páginas hemos analizado, desde un punto de vista conceptual y metodológico, la utilidad y aplicabilidad de los índices de diversidad para la evaluación de la biodiversidad agrícola desde una perspectiva agroecológica.

Las características de estas herramientas restringen su utilización a situaciones particulares en las que se evalúa la diversidad biocenótica de las diferentes comunidades presentes en un agroecosistema.

La utilidad de éstas para situaciones de mayor complejidad en donde se aborda la evaluación de la biodiversidad desde varias perspectivas está condicionada a su aplicación e interpretación dentro de una orientación metodológica y un marco conceptual específicos.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1994). Biodiversity and pests management in agroecosystems. New York: Haward Press.

ALTIERI, M.A. (1999a). Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Nordan-Comunidad. Montevideo-Uruguay. 338 pp.

ALTIERI, M.A. (1999b). Dimensiones Multifuncionales de la Agricultura Ecológica en América Latina. PED-CLADES / CIED. Lima-Perú. 82 pp.

ALTIERI, M.A. (1995). El estado del arte de la agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. En: Agricultura y desarrollo sostenible. Alfredo Cadenas (Ed.). Serie de estudios. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (España), 151-204.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C. (1999). Agroecología. Teoría y práctica para una Agricultura Sustentable. Red de Formación Ambiental. PNUMA.

ANDERSEN, R.; FUENTES, E.; GADGILL, M.; LOVEJOY, T.; MOONEY, H.; OJIMA, D.; WOODMANSEE, B. (1991). Biodiversity from communities to ecosystems. En: From genes to ecosystems: A research agenda for biodiversity. O.T. Solbrig (Ed.). Cambridge: IUBS, MA, 73-82.

CONWAY, G. (1986). Agroecosystem Analysis for Research and Development. Winrock International. Bangkok, 111 pp.

De NICOLAS, J.P. (1991). Evaluación de la biodiversidad y conservación de la naturaleza. En: Diversidad Biológica. F.D. Pineda, M.A. Casado, J.M. de Miguel y J. Montalvo (Eds.). Madrid. Fundación Ramón Areces, 57-62.

GARCÍA NOVO, F. (1997). Perspectiva ecológica. En: El análisis interdisciplinar de la problemática ambiental. I. Novo, M. y R. Lara (Coord.). Madrid: Fundación Universidad-Empresa, 63-106.

GLIESSMANN, S. (2001). La biodiversidad y estabilidad de los agroecosistemas. En: La práctica de la agricultura y ganadería ecológicas. Sevilla: Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE), 69-88.

GLIESSMAN, S. 1998. Agroecology. Ecological Processes in Sustainable Agriculture. Ann Arbor Press. USA. 357pp

GUZMÁN, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA-GUZMÁN, E. (2001). Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Madrid: Mundi Prensa, 535 pp.

HECHT, S. (1999). La evolución del pensamiento agroecológico. En: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. M.A. Altieri. Montevideo: Nordan Comunidad, 15-30.

KREBS, C.J. (1996). Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harper & Row Latinoamericana. México. 753 pp.

LEDEC, G.; GOODLAND, R. (1988). Wildlands. Their protection and management in economic development. Washington, D.C: The World Bank.

MARIACA, R. (1995). Agroecosistema, concepto central en la agroecología: búsqueda del desarrollo de un modelo aplicativo. En: Agroecología y Desarrollo Sustentable. L. González, V. De la Cruz, J. Aguilar, V. González, D. Delgado y A. Vargas (Eds.) Universidad Autónoma de Chapingo, México, 91-102.

McNEELY, J.A.; MILLER, K.R.; REID, W.V.; MITTERMEIER, R.A.; WERNER, T.B. (1990). Conserving the world's biological diversity. Switzerland: IUCN

MINC; VANDERMEER, J. (1990). Intercropping. En: Agroecology. Carroll, R; J. Vandermeer y P.Rosset (Eds.) Mac Graw-Hill Publishing Company. USA, 481-516.

NICHOLLS, C.; ALTIERI, M.A.; SÁNCHEZ, J. (1999). Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Barcelona: Vida Sana, 86 pp.

PEREDO, S.F.; BARRERA, C.; PARADA, E. (2002). Efecto de las prácticas agrícolas convencionales sobre la biodiversidad de los grupos mesofaunísticos edáficos en un huerto de ciruelos. Revista Agrosur de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile (en revisión).

PEREDO, S.F.; GONZÁLEZ, L.; BARRERA, C. (2000). La importancia de la biodiversidad ecosistémica y específica en la producción de miel orgánica. V Congreso Internacional de Gestión en Recursos Naturales. Valdivia. Noviembre.

REDFORD, K.H. (1993). Biodiversidad: hacia una agenda efectiva para su conservación. Ambiente y Desarrollo 9(2): 67-73.

RUIZ, O. (1995). Agroecosistema: el término, concepto y su definición bajo el enfoque agroecológico y sistémico. En: Agroecología y Desarrollo Sustentable. L. González, V. De la Cruz, J. Aguilar, V. González, D. Delgado y A. Vargas (Eds.) Universidad Autónoma de Chapingo, México, 103-114.

SEVILLA, E. (2001a). Agroecología y desarrollo rural sostenible: una propuesta desde Latinoamérica. En: Agroecología y agricultura sustentable. S. Sarandon (Ed.). Universidad de la Plata: La Plata, Argentina.

SEVILLA, E. (2001b). La Perspectiva Sociológica en la Agroecología. II Jornadas Internacionales sobre Agroecología. Porto Alegre, Brasil. Noviembre.

SEVILLA, E. (1997). Agroecología como marco teórico para el desarrollo rural. En: Paisaje y desarrollo integral en áreas de montaña. VII Jornadas sobre el Paisaje. Madrid: Ministerio Medio Ambiente, 135-150pp.

VANDERMEER, J.; PERFECTO, I. (1995). Breakfast of biodiversity: the truth about rainforest destruction. Oakland: Food First Books.

Cómo y cuándo controlar una plaga: la Mosca Mediterránea de la Fruta, un ejemplo

ANA ALEMANY[1], MIGUEL A. MIRANDA[1], DANIEL CASTRO[2], CARLOS MARTÍN ESCORZA[3]

[1] Departamento de Biología.
[2] SRAV, Universitat de les Illes Balears. 07071 Palma de Mallorca.
[3] Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 28006 Madrid.

RESUMEN

Este trabajo presenta de forma divulgativa y didáctica los conocimientos básicos a tener en cuenta cuando se quiere controlar una plaga, a la vez que se realiza una aproximación a las nuevas tecnologías (liberación de machos estériles y trampeo masivo utilizando atrayentes alimentarios para hembras). Está dirigido especialmente a agricultores y aplicadores, así como para la impartición de cursos básicos sobre manejo de plagas. Se toma como ejemplo práctico el control de la Mosca Mediterránea de la Fruta [*Ceratitis capitata* (Wied)], uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la producción mundial de frutas. Los objetivos propuestos son mostrar las pautas a seguir en la toma de decisiones acerca del por qué, cuándo y cómo del manejo de una plaga concreta. Para ello se explica la biología del insecto-plaga como base fundamental sobre la que elaborar la planificación encaminada hacia su control. Se subraya la importancia de los métodos preventivos, ofreciendo una adecuada información sobre los riesgos y problemas de los plaguicidas convencionales y se sugieren alternativas de control utilizando métodos no agresivos con el medio ambiente, tales como la técnica de liberación de machos estériles, o el trampeo masivo con atrayentes específicos para hembras.

En realidad se trata de la adaptación escrita de una presentación realizada en Power Point, que servirá de base para realizar más adelante un documental sobre el mismo tema.

INTRODUCCIÓN

El manejo de plagas es todavía hoy una asignatura pendiente. Con demasiada frecuencia observamos cómo:

- Se utilizan productos nocivos sin las precauciones y protección adecuadas y lo que es peor todavía, sin conocer el alcance y consecuencias que se derivan del uso de esas sustancias.
- En muchos casos se realizan tratamientos cuando su incidencia sobre la plaga es mínima o incluso nula, lo que supone además un derroche desde el punto de vista económico.

– La mayor parte de las veces no se conoce la biología del organismo a combatir, lo cual es fundamental y prioritario para poder actuar de forma conveniente.

Nuestra aportación es un intento de presentar de forma divulgativa y didáctica los conocimientos básicos a tener en cuenta cuando se quiere controlar una plaga, a la vez que se realiza una aproximación a las nuevas tecnologías (liberación de machos estériles y trampeo masivo utilizando atrayentes alimentarios para hembras). Hemos tomado como «excusa» el control de la Mosca Mediterránea de la Fruta [*Ceratitis capitata* (Wiedemann)], uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta la producción mundial de frutas. Hace 10 años que nos dedicamos al estudio de la problemática relacionada con este Díptero y asimismo pertenecemos a un grupo de investigación internacional que trabaja sobre el *Desarrollo y mejora de atrayentes para su integración en Programas de Manejo utilizando técnicas de Insectos Estériles (SIT)*, subvencionado por el Consorcio entre la FAO y la Agencia Internacional de Energía Atómica. Se trata de una experiencia piloto en la que participamos 15 países afectados por plagas causadas por «Moscas de las Frutas». En cada uno de los países integrantes realizamos anualmente las mismas experiencias basadas en tecnología puntera, ensayando productos no agresivos con el medio ambiente. Utilizamos el mismo protocolo experimental, propiciando así una visión global de los resultados obtenidos bajo condiciones ambientales y geográficas muy diversas (HEATH y col., 1997; KATSOYANOS y col., 1999; ALEMANY y col., 1999; MIRANDA y col., 2001, entre otros).

El presente trabajo está basado en una presentación en Power Point que servirá de base para realizar más adelante un documental sobre el mismo tema.

OBJETIVOS

Los objetivos propuestos son los siguientes:

1. Mostrar las pautas a seguir en la toma de decisiones acerca del por qué, cuándo y cómo del manejo de una plaga concreta.
2. Dar a conocer la biología de un insecto-plaga (en este caso de *C. capitata*), como base fundamental sobre la que elaborar la planificación encaminada hacia su control.
3. Subrayar la importancia de los métodos preventivos.
4. Ofrecer adecuada información sobre los riesgos y problemas de los plaguicidas convencionales.
5. Sugerir alternativas de control utilizando métodos no agresivos con el medio ambiente, tales como la técnica de liberación masiva de machos estériles, o el trampeo masivo con atrayentes específicos para hembras.

El manejo adecuado de una plaga puede compararse con el hecho de acudir al médico cuando tenemos un problema de salud que nos preocupa, ya que sabemos que no es aconsejable aplicar remedios que han dado resultado a otras personas (familiares o amigos, por ejemplo), puesto que nuestra situación y circunstancias no son las mismas. Además, no interesa poner tan sólo un «parche» provisional al asunto, sino que queremos llegar a la raíz de la cuestión para así poder recobrar la salud. Como sabemos, la actuación del doctor pasa por:

– Realizar el *diagnóstico correcto* (que en nuestro caso equivale a la identificación del agente causante de la plaga, así como el conocimiento de su anatomía, biología y comportamiento en el agrosistema).
– Decidir si es necesario o no, *realizar un tratamiento* y elegir en su caso, la *terapia adecuada* (lo que equivale en el manejo de plagas, a poner –o no poner– en práctica los métodos más aptos para cada situación, a fin de sentar las bases de un control integrado, incluyendo por supuesto los preventivos. Se trata por tanto de cómo controlar la plaga).
– Por último el médico prescribe la *dosificación oportuna* (que en plagas significa el 'cuándo' y el 'dónde' deben aplicarse los métodos adecuados).

DIAGNÓSTICO: IDENTIFICACIÓN DE LA PLAGA (Figura 1)

Figura 1. *Diagnóstico (= identificación de la plaga)*

Hemos elegido como objeto de estudio la Mosca Mediterránea de la Fruta [*Ceratitis capitata* (Wiedemann)], insecto del orden de los Dípteros, es decir, del mismo grupo al que pertenecen las moscas y mosquitos, aunque es de una familia diferente (la de los Tefrítidos, conocidos en todo el mundo como Moscas de las Frutas). Otros Tefrítidos que podemos encontrar en nuestro país son la mosca del olivo, *Bactrocera oleae*, y la mosca de la cereza, *Ragoletis cerasi*. La importancia económica de este grupo de insectos es enorme ya que anualmente se dedican varios billones de dólares para su control, aunque dicha importancia radica no solamente en los daños materiales que producen, puesto que afectan a gran variedad de frutos de las regiones tropicales, subtropicales y mediterráneas, sino también a los elevados costes de los tratamientos y a la contaminación ambiental que eso supone. Al parecer *Ceratitis capitata* es oriunda del sudeste africano, habiéndose dispersado durante la primera mitad del siglo XX por casi la totalidad de este continente, invadiendo también la mayor parte de las regiones templadas, tropicales y sub-

tropicales de América, llegando incluso hasta Australia. Se han descrito más de 250 frutos susceptibles de ser atacados por esta mosca (LIQUIDO y col., 1990), tales como el mango, papaya, chirimoya, etc., siendo los más importantes en el área mediterránea, los melocotones, albaricoques, naranjas, clementinas, mandarinas e higos.

La Mosca Mediterránea de la Fruta tiene un tamaño ligeramente menor que una mosca común y se diferencia de ella no sólo por su coloración, que es de un tono castaño claro con manchas muy características en las alas, sino además porque éstas se hallan muy abiertas cuando están en reposo, a modo de ala delta, muy típica de los Tefrítidos (WHITE y ELSON-HARRIS, 1994). Es muy fácil distinguir el macho de la hembra, puesto que aquél posee un par de setas capitadas (especie de antenas que terminan en una expansión a modo de banderita), mientras que la hembra tiene el abdomen más afilado en la parte posterior, puesto que termina en un oviscapto u ovopositor con el que, al introducirlo en el fruto para realizar la puesta en su interior, produce la característica «picada».

Los machos segregan una feromona sexual para atraer a las hembras, a la vez que baten las alas con unos característicos movimientos de abaniqueo, para difundirla mejor. Las hembras acuden atraídas por el olor y se aparean tras un comportamiento de cortejo, realizando poco después la puesta en el interior de un fruto, donde nacen las diminutas larvas que se alimentan de la pulpa. Se describe a continuación el ciclo biológico de *C. capitata*, a fin de que puedan conocerse cuáles son los estadíos adecuados y el momento más oportuno para su control (GARCÍA-MARÍ y col., 1998; DE LIÑÁN, 1998). Queda patente que en el caso de este insecto tan sólo se tiene acceso al adulto, puesto que tanto los huevos como las larvas están protegidos en el interior del fruto y las pupas están bajo tierra (Figura 2).

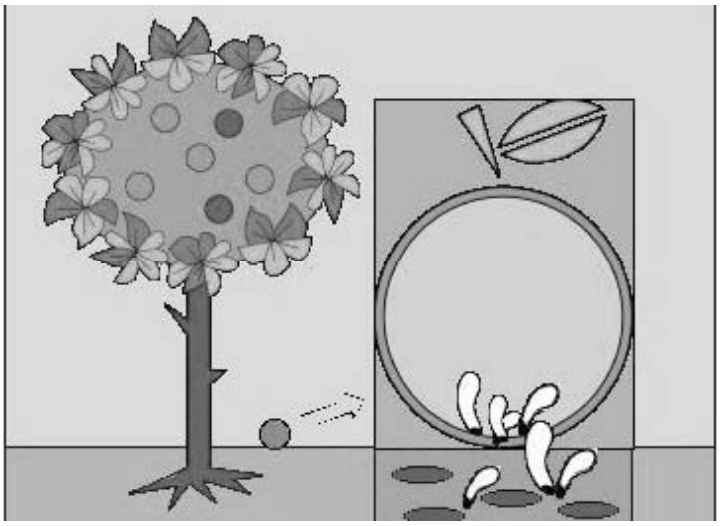


Figura 2. *Al finalizar el tercer estadío larvario de C. capitata tiene lugar la pupación bajo tierra*

Se describe asimismo la curva de vuelo observada en la mayor parte de las zonas de Baleares, la cual presenta dos mínimos (enero-febrero-marzo y agosto) y dos máximos (julio y septiembre) (Figura 3).

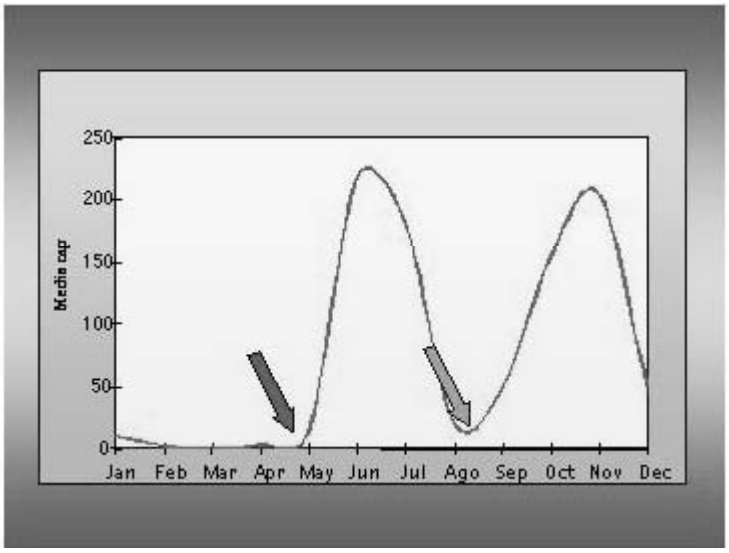


Figura 3. *Curva de vuelo de C. capitata en Mallorca (a nivel del mar), con indicación de los momentos adecuados para iniciar la estrategia de control*

TERAPIA: ¿CÓMO PUEDE CONTROLARSE UNA PLAGA? (Figura 4)

Figura 4. *Terapia (=elección de la estrategia adecuada de control)*

Una plaga es el resultado de un desequilibrio del ecosistema, del mismo modo que una enfermedad es un desequilibrio del organismo. Por tanto, en realidad se trata de recuperar el proceso normal, por lo que es obvio que debe evitarse crear nuevas descompensaciones. Veamos cuáles son las principales posibilidades que tenemos a nuestro alcance para controlar las plagas:

Métodos no-químicos (algunos de ellos son preventivos)

- *Culturales*: basados en «mimetizar» el ecosistema natural, en el que la principal característica es la biodiversidad (adecuado manejo de la vegetación espontánea, abonado y riego adecuados…).
- *Destrucción física* directa (captura de larvas, adultos, recogida de frutos picados, solarización…) o indirecta (trampeos masivos, puntos-cebo…).
- *Control biológico*

  - Conservar, y en su caso potenciar, los enemigos naturales (depredadores y parasitoides).
  - Utilizar patógenos (virus, hongos…).
  - Insecticidas de origen biológico (*Bacillus thuringiensis*).
  - Lucha autocida (liberación masiva de machos estériles).

Métodos químicos

- *Plaguicidas convencionales*. Actúan por ingestión,inhalación y/o contacto. La mayor parte de ellos son neurotóxicos, es decir, que actúan bloqueando las conexiones nerviosas. Teniendo en cuenta que el sistema nervioso funciona de la misma manera en todos los animales desde los más sencillos hasta los más complejos, entenderemos fácilmente que el grado en que nos afecte sólo es cuestión de dosis. Los problemas causados por este tipo de sustancias son:

  - El desequilibrio en los ecosistemas, porque matan indiscriminadamente
  - Poseen efecto contaminante y acumulativo en el medio, incidiendo sobre la salud del hombre y animales domésticos, así como en la biosfera en general.
  - Propician la aparición de resistencias, plagas resurgentes y plagas secundarias.

- *Plaguicidas de origen mineral* (azufre, etc.) y *orgánico* (aceites cebos, jabones).
- *Plaguicidas biorracionales*, como alternativa. Son sustancias naturales o sintéticas cuya acción se basa en el estudio de la:

  - Fisiología y bioquímica del insecto: interfieren en los procesos de muda y desarrollo (juvenoides, IGRs…).
  - Relación insecto-planta, ya que los vegetales nos llevan millones de años de ventaja en su relación con los insectos: miméticos de las hormonas de la muda (fitojuvenoides, precocenos), atrayentes alimentarios, antialimentarios…).
  - Interferencia de los sistemas de comunicación química entre individuos de la misma o diferente especie (feromonas, kairomonas…).

EL CONTROL INTEGRADO

De la misma forma que el médico se plantea cuál será el tratamiento para cada uno de los pacientes, también en el control de plagas hay que saber elegir en cada caso entre las diferentes posibilidades que tenemos a nuestro alcance, aunque nunca debe olvidarse poner en práctica los métodos preventivos, puesto que ayudan eficazmente a mantener la salud del agrosistema. El Control Integrado consiste en el empleo racional de todos los factores, tanto naturales como artificiales, minimizando el uso de aquellos métodos agresivos con el medio ambiente.

Para un control integrado en Agricultura Sostenible deberán elegirse entre otros métodos aquellos plaguicidas menos agresivos con el medio ambiente, como son por ejemplo los piretroides, evitando los organoclorados y organofosforados.

Para un control integrado en Agricultura Ecológica deben utilizarse únicamente productos y estrategias permitidos en la legislación vigente.

C. capitata es un insecto muy difícil de combatir porque:

- Tan sólo tenemos acceso a los adultos, ya que los huevos y larvas están protegidos en el interior del fruto y las larvas bajo el suelo.
- Son muy escasos sus enemigos naturales (en nuestro país no se conoce ningún parasitoide que le afecte).
- La feromona segregada por los machos es de una enorme complejidad molecular y todavía no ha podido ser sintetizada.

Por tanto contamos con las siguientes posibilidades:

a) *Métodos preventivos*

- Recoger y destruir las naranjas del suelo (que suponen un cultivo constante de larvas).
- Evitar los frutales abandonados en las cercanías de la parcela, ya que como veremos más adelante contribuyen de manera muy importante a la explosión poblacional de la Mosca Mediterránea de la Fruta.

b) *Métodos de control***.** Son adecuados para controlar a *C. capitata*:

- Control biológico: la liberación masiva de machos estériles (lucha autocida).
- Destrucción física indirecta: el trampeo masivo de hembras, utilizando atrayentes alimentarios selectivos.
- Bait Stations, nueva metodología que, para controlar la Mosca Mediterránea de la Fruta, está todavía en fase de prueba.

Ambos métodos serán mucho más eficaces si se plantean en áreas extensas *(area wide control),* poniéndose de acuerdo los agricultores de parcelas vecinas, ya que de esta forma se evitan inmigraciones procedentes de producciones vecinas mal gestionadas.

Liberación masiva de machos estériles. Se trata de una técnica muy sofisticada, basada en la utilización de individuos previamente esterilizados, pertenecientes a la misma especie a la que

se quiere combatir (IAEA Tec-Doc., 1999). Es un tipo de lucha limpio y muy efectivo, aunque al principio es económicamente muy costoso puesto que se trata de sueltas semanales a base de millones de individuos durante varios años. No obstante muy pronto se recuperan los gastos, ya que se consiguen resultados muy efectivos en poco tiempo, suprimiéndose o erradicándose la plaga en pocos años. Para ello hay centros especializados o biofábricas (Austria, Guatemala, Israel, México, Madeira…) donde *C. capitata* se cría masivamente, para luego esterilizar a los machos que posteriormente serán liberados. La Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) promociona y subvenciona este tipo de lucha junto con los gobiernos de los países implicados, ya que se trata de una de las utilizaciones de la enegía atómica con fines pacíficos.

Su eficacia se basa en:

- Liberar individuos estériles de un solo sexo, para evitar que se apareen entre los mismos que se han soltado y así compitan únicamente con los naturales.
- Realizar sueltas semanales en número mucho más elevado que el de machos que se supone hay en la zona en cuestión (del orden de varios millones semanales, en función de la superficie, por supuesto). De esta manera es muy alta la posibilidad de que sean ellos y no los machos locales los que se apareen con las hembras; al poner éstas huevos no fértiles, desciende rápidamente el número de hijos y al cabo de varias generaciones el efecto es sorprendente.
- Su aplicación en áreas extensas, contribuyendo así a minimizar la invasión de nuevas Moscas de la Fruta procedentes de parcelas no tratadas.

Gracias a esta metodología la Mosca Mediterránea se ha erradicado en California, Florida, sur de México, Perú, sur de Chile y oeste de Australia. En muchos otros países se está trabajando en este sentido, de modo que en 1999 construyó una biofábrica en Eslovenia, pensando en suministrar machos estériles a diversos países de Europa.

Trampeo masivo de hembras. Es una estrategia de lucha que si bien no es nueva, todavía es reciente en el caso de *C. capitata*. Llevamos a cabo una de estas experiencias en Mallorca, en una finca de cítricos de 0,7 Ha en la que colocamos trampas en árboles alternos, cebadas con atrayentes alimentarios para hembras (PAT: putrescina, acetato amónico y trimetilamina), envasados en sobres separados con membranas de difusión lenta. El resultado de la experiencia fue muy positivo tanto desde el punto de vista del control, como de los conocimientos obtenidos por nosotros.

Se definió geográficamente cada uno de los árboles, calculándose los datos de las capturas por kriging (DAVIS, 1986; GALOUCHKO, 2001). De este modo obtuvimos una información muy interesante acerca de la distribución espacio-temporal de la plaga, observando cómo las capturas más elevadas se iniciaron en los bordes de la parcela, para ir invadiéndola progresivamente a medida que aumentaba la densidad poblacional. Con la llegada de los primeros fríos en octubre disminuyó drásticamente el número de individuos, quedando de nuevo las capturas relegadas en los bordes. Con los datos obtenidos hemos realizado una simulación gráfica por ordenador sobre la evolución espacio-temporal de la plaga en la parcela.

También hemos podido observar claramente que las higueras actuaron como importantísimos potenciadores de la plaga, ya que de hecho fuimos incapaces de controlarla cuando a partir de mediados de agosto comenzaron a madurar esos frutos, que son uno de los preferidos por *C. capitata* en el área Mediterránea. La obtención de los datos acerca de la distribución espacial de la

población de *Ceratitis* en la parcela permite planificar mejor la estrategia de control, ya que de esta forma conocemos no sólo el momento oportuno para aplicar las metodología elegida, sino también en el lugar más adecuado.

Bait Station. Se trata de una nueva tecnología basada en la utilización de cebos alimentarios mezclados con insecticida, que sustituyen a las trampas. Al igual que en el trapeo masivo, la densidad por hectárea es elevada, planteándose de momento colocar un cebo en árboles alternos. Como insecticida se utiliza el espinosad, un producto de los llamados 'blandos', que posee muy baja toxicidad, con el que actualmente estamos realizando las primeras experiencias (FAO/IAEA Tec-Doc., 2002).

DOSIFICACIÓN OPORTUNA: EL CUÁNDO Y EL DÓNDE DE LA APLICACIÓN (Figura 5)

Figura 5. *Dosificación oportuna (= el 'cuándo' y el 'dónde' de la aplicación)*

No siempre que observamos individuos 'sospechosos' de ser plaga es conveniente hacer un tratamiento, puesto que en muchos casos puede evitarse el gasto económico y ambiental que ello supone. Es importante conocer el denominado umbral económico de daño, de modo que si no se llega a él es mejor dejar que sean los mismos integrantes del agrosistema quienes se encarguen de su control, ya que tanto las plantas como sus enemigos naturales (parasitoides y depredadores) pueden ser suficientes cuando la población es baja.

Una vez que se ha decidido intervenir es muy importante hacerlo en el momento adecuado. Solamente así conseguiremos un resultado óptimo.

Volviendo al ejemplo de la consulta médica, sabemos que cada paciente es un caso particular. Por ello antes de poner en marcha el manejo de una plaga debemos realizar un seguimiento poblacional de la misma, a fin de conocer las circunstancias concretas en las que se encuentra. Para controlar a *C. capitata*, por ejemplo, debemos conocer la curva de vuelo correspondiente al lugar en cuestión, ya que la bioecología de cualquier organismo depende en gran parte de las condiciones ambientales y no se puede generalizar. En nuestro caso, por ejemplo, deberemos co-

menzar a actuar en cuanto se observe el primer ascenso poblacional (ver Figura 3) (en mayo, si se trata de la zona no montañosa de Mallorca) o bien en septiembre después del descenso correspondiente a las elevadas temperaturas de agosto.

Solamente es posible controlar correctamente una plaga cuando la población es baja. De lo contrario –y como ocurre frecuentemente en nuestras plantaciones de naranjos, por ejemplo– las aplicaciones convencionales sólo sirven para destruir tanto la fauna útil y acompañante, como para contaminar un poco más el ambiente, puesto que la plaga apenas se ve afectada ya que los adultos emergen impunes a partir de las pupas enterradas, a las que no ha afectado en absoluto el insecticida (Fig. 6).

En cuanto al lugar adecuado en el que principalmente debe incidir el tratamiento sería aconsejable realizar estudios semejantes al que hemos mostrado, a fin de conocer las pautas de distribución espacio-temporal de la plaga en una determinada zona. De esta forma pueden optimizarse los métodos de control, concentrándolos en los lugares más apropiados, como son los bordes de la parcela en el caso que hemos presentado.

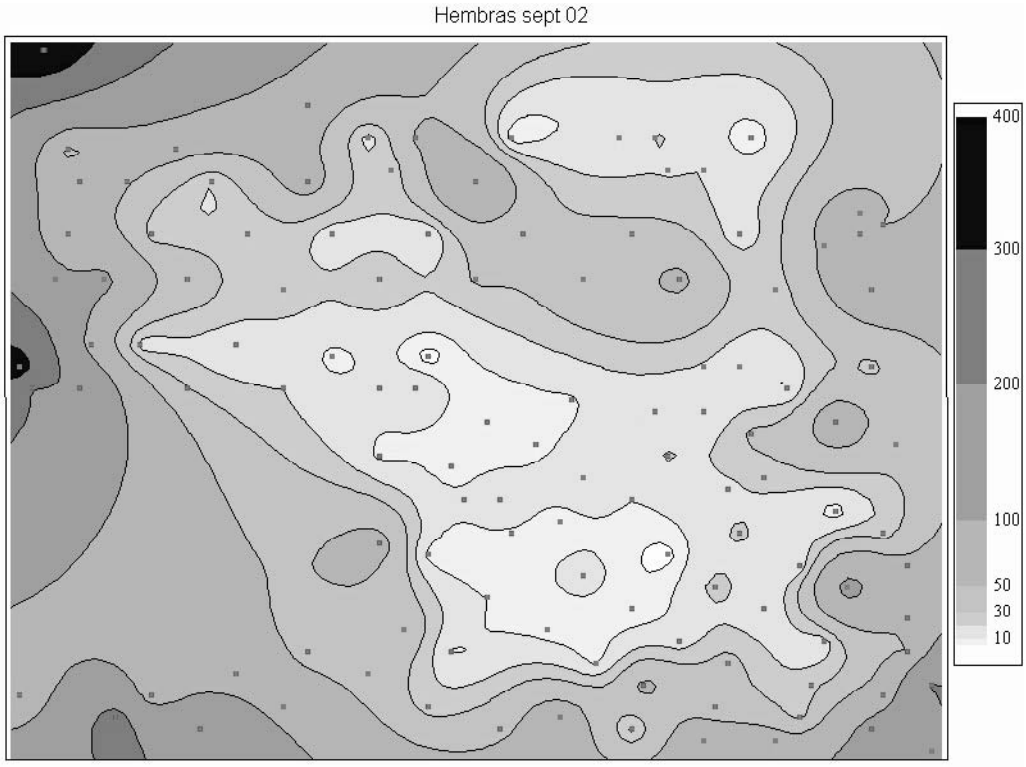


Figura 6

AGRADECIMIENTOS

La experiencia de trampeo masivo ha sido parcialmente financiada por el INIA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Proyecto AE95-066) y la Joint FAO/IAEA subvenciona nuestra participación en el Proyecto 11179/R0.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMANY, A.; ALONSO, R.; MIRANDA, M.A. (1999). Field evaluation of female medfly attractants in Mallorca (Balearic Islands). **In**: *Development of female medfly attractant systems for trapping and sterility assessment*. IAEA. Tec. Doc 1099: 85-93.

DAVIS, J.C. (1986). *Statistics and data analysis in geology,* 2nd. Edn. Wiley & Sons, New York.

DE LIÑAN, V. (Coord.) (1998). *Entomología Agroforestal. Insectos y Acaros que dañan montes, cultivos y jardines.* Ed. Agrotécnicas, S.L.

FAO/IAEA Tec-Doc. (2002). *Development of Improved Attractants and their Integration into Fruit Fly SIT Management Programmes.* IAEA-314-D4-RC.1017. Vienna, Austria.

GALOUCHKO, V. (2001). 3Dfiedls software.

GARCÍA-MARÍ, F.; COSTA, J.; FERRAGUT, F. (1998). *Las Plagas Agrícolas.* Agropubli S.L. (PHYTOMA-España).

HEATH, R.R.; EPSKY, N.D.; DUEBEN, B.D.; RIZZO, J.; FELIPE, J. (1997). Adding methyl-substituted ammonia derivatives to food based synthetic attractants on capture of the Mediterranean and Mexican Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol. 90*: 1.584-1.589.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1999). *Development of a Medfly Attractant System for Trapping and Sterility Assesment.* IAEA-TECDOC-1099, IAEA, Vienna, Austria.

KATSOTYANNOS, B.; PAPADOPOULOS, I.; HEATH, N.T.; HENDRICHS, R.R.; KOULOUSSIS, N. (1999). Evaluation of synthetic food based attractants for female Mediterranean fruit flies (Dipt.: Tephritidae) in McPhail type traps. *J. Appl. Ent. 123*: 607-612.

LIQUIDO, N.J.; CUNNINGHAM, R.T.; NAKANAWA, S.J. (1990). Host plants of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tefritidae) on the island of Hawaii (1949-1985 survey). *J. Econ. Entomol. 83* (5): 1.865-1.877.

MIRANDA, M.A.; ALONSO, R.; ALEMANY, A. (2001). A Field evaluation of Medlfy (*Ceratitis capitata,* Diptera: Tephritidae) female attractants in a Mediterranean agrosystem (Balearic Islands, Spain). *J. Appl. Entomol. 125*: 333-339.

WHITE, I.M.; ELSON-HARRIS, M. (1994). *Fruit Flies of economic significance: their identification and bionomics* CAB International, Oxon, pp. 291-298.

IV. SUELO Y FERTILIZACIÓN

Efecto del estrés térmico e hídrico sobre las actividades deshidrogenasa y fosfomonoesterasa alcalina de suelos bajo cultivo ecológico y convencional

M. RIBÓ, R. CANET, R. ALBIACH, F. POMARES

Dpto. de Recursos Naturales. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado Oficial. 46113 Moncada (Valencia)

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en un estudio en el que se evaluó el efecto de la falta de agua y las elevadas temperaturas, sobre dos actividades enzimáticas del suelo como son la deshidrogenasa y la fosfomonoesterasa alcalina en parcelas de cultivo ecológico y convencional.

Se ha podido comprobar como los niveles de actividades enzimáticas fueron superiores en las parcelas ecológicas, aunque en ambos casos los efectos fueron similares. Se ha producido.un claro efecto negativo del calor y de la desecación sobre la actividad deshidrogenasa. Sin embargo, la actividad fosfomonoesterasa ha dado unos resultados más variables y heterogéneos. No parece observarse una recuperación rápida de la actividad tras el cese de los estreses.

INTRODUCCIÓN

Como la fertilización en agricultura ecológica se confía en buena parte a la descomposición de la materia orgánica y a la fijación biológica de los nutrientes, es de vital importancia que en estos sistemas de agricultura se realicen estudios que aborden el tema del conocimiento y la conservación de la actividad biológica del suelo.

Una de las herramientas que suele emplearse en el estudio de la actividad biológica del suelo es la determinación de distintas actividades enzimáticas, ya que en todos los procesos de formación y descomposición de materiales están implicados los enzimas.

Se suele considerar la medida de la actividad deshidrogenasa como un buen indicador del nivel de actividad biológica del suelo (SKUJINS, 1976), debido a que es un enzima asociado a la población microbiana activa. Por otro lado, las fosfatasas son representativas del nivel de actividad de los enzimas acumulados en la solución del suelo.

En el ámbito mediterráneo los suelos están sometidos a intensos procesos de degradación. Es por ello que se puede encontrar bastante bibliografía que estudia la evolución de las propiedades microbiológicas y bioquímicas en suelos de distinta índole: erosionados (GARCÍA y col., 1994),

incendiados (SAÁ y col., 1998), sometidos a labores agrícolas (ALBIACH, 1997; CANET y col., 2000), dedicados al pastoreo (SUANCES y col., 2000), agrícolas abandonados (CERDÁ y col., 1995, 1998), enmendados con residuos orgánicos (PERUCCI, 1992; ALBIACH, 1997; ROS, 2000), contaminados por metales pesados (LOBO y col., 2000), salinizados (GARCÍA y col., 2000), sometidos a actividades extractivas y restaurados con lodos de depuradora (BONMATÍ y col., 2000), etc.

Sin embargo, no se han encontrado tantos estudios que pongan de manifiesto la sensibilidad de la actividad biológica del suelo frente a las condiciones ambientales. En el clima Mediterráneo, los suelos agrícolas están frecuentemente expuestos a altas temperaturas y a períodos de sequedad bastante frecuentes, fundamentalmente en los meses de verano. Es por ello que se ha planteado la realización de una experiencia que pretende estudiar el efecto de los estreses térmico e hídrico sobre la actividad biológica del suelo, puesto que si efectivamente se demuestra que la exposición al calor y la falta de agua afecta negativamente a ésta, y este efecto se alarga en el tiempo, cabría recomendar una serie de prácticas agronómicas destinadas a evitar o reducir los efectos perjudiciales sobre la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimento de los objetivos del trabajo, se han realizado dos ensayos de laboratorio con seis muestras de suelo procedentes de diferentes parcelas de hortícolas situadas en Alboraya, Líria y Paiporta, de similares características pero llevadas con dos tipos de manejo de cultivo: ecológico y convencional, para cada zona. Las características generales de las parcelas vienen representadas en la Tabla I.

Tabla I

Propiedades	**Aboraya**		**Liria**		**Paiporta**	
	Ecol.	**Convenc.**	**Ecol.**	**Convenc.**	**Ecol.**	**Convenc.**
Clasificación Textural (USDA)	Franco-arenosa		Franca		Franca	
pH (extracto 1:2,5)	8,04	8,58	8,36	8,44	8,56	8,21
C.E. (µS/m) (extracto 1:5)	220	144	229	204	236	294
Humedad (%)	14,41	5,41	15,21	14,3	16,21	14,94
C.C. (%)	51	40	48	46	51	60
C. org. oxidable (%)	2,8	0,89	1,97	1,41	2,46	1,63
Materia orgánica (%)	4,83	1,54	3,39	2,43	4,24	2,81

Se tomaron muestras de suelo con una profundidad de 0 a 15 cm, correspondiente a la capa arable, empleando las técnicas habituales de muestreo. A continuación se limpiaron y se tamizaron manualmente empleando una malla de 5 mm de diámetro.

El ensayo destinado a estudiar el efecto de la temperatura, se basó en someter a las muestras diariamente a un período de incubación en una estufa que consistía en la subida progresiva de la temperatura hasta alcanzar 60 ºC y posteriormente una bajada gradual de la misma hasta llegar

de nuevo a la temperatura ambiente. A su vez, diariamente se corregía el contenido de humedad de las muestras hasta el 75 % de la capacidad de campo de los suelos.

Se prepararon cuatro repeticiones para cada muestra y cada tiempo de medición. La medida de las actividades enzimáticas se realizó cada dos semanas de exposición a estas subidas y bajadas diarias de temperatura, completándose un máximo de ocho semanas de exposición al calor. Así mismo, tras concluir esta incubación se dejaron las muestras en reposo a temperatura ambiente durante un período de dos semanas para evaluar la capacidad de recuperación de la actividad biológica una vez cesado el estrés de la temperatura.

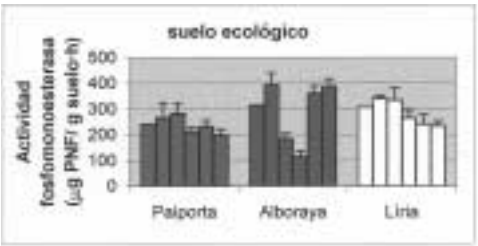
El estudio del efecto de la desecación consistió en llevar las muestras al 100 % de su capacidad de campo, para dejarlas secar a continuación a temperatura ambiente. Cuando se observó que las muestras estaban totalmente secas se dio por finalizado el primer período de desecación y se procedió a la medida de las actividades enzimáticas, volviéndose a regar las restantes muestras, realizando un máximo de cuatro períodos de humectación-desecación. Como en el ensayo anterior, se prepararon cuatro repeticiones para cada muestra y cada período de desecación.

La actividad fosfomonoesterasa alcalina del suelo se determinó siguiendo el método descrito por Tabatabai y Bremner (1969), modificado por Eivazi y Tabatabai (1977) y la actividad deshidrogenasa por el descrito por Casida y col. (1964). En ambos casos se determinó la cantidad de producto liberado tras la incubación a 37 ºC de muestras de suelo con un sustrato específico (2,3,5-trifeniltetrazolio y p-nitrofenil fosfato disódico, respectivamente) y períodos de incubación de 1 y 24 horas, para las actividades fosfomonoesterasa y deshidrogenasa, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Figuras 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos para las dos actividades enzimáticas tras el tratamiento con calor de las muestras. Como puede observarse, las desviaciones estándar de cada medida son bastante elevadas, debido a dificultades que han surgido derivadas del diseño experimental y de las metodologías empleadas como han sido el trabajar con muestras con un elevado contenido en humedad o la existencia de fluctuaciones de temperatura en el interior de la estufa de desecación que han ocasionado diversas fuentes de variabilidad.

En lo que respecta a las gráficas, en algunos casos se puede observar el vacío que ha dejado la falta de uno o dos puntos. Esto es debido a las dificultades analíticas que se han tenido y a la imposibilidad de repetir resultados erróneos como consecuencia de las características metodológicas de la experiencia y del carácter temporal e irreversible de estas medidas.



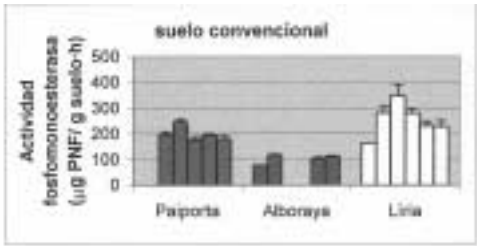


Figura 1

Figura 2

En primer lugar, cabe destacar que en todos los casos se observan niveles de actividad enzimática superiores en los suelos ecológicos que en los convencionales, por lo que los rangos de valores que se han obtenido durante el desarrollo de la experiencia fueron también más amplios para los suelos ecológicos.

En segundo lugar y con respecto al efecto del calor sobre la actividad fosfomonoesterasa parece evidente que en todos los suelos ha habido un incremento inicial de actividad. Esto podría deberse a la muerte y lisis celular producida por una exposición continuada al calor que conllevaría a la liberación de una serie de enzimas a la solución del suelo que serían los responsables de este aumento de actividad, ya que el aumento de actividad fosfomonoesterasa parece coincidir con un descenso acusado en la actividad deshidrogenasa. Tras este incremento inicial, de una duración variable según el suelo considerado, la actividad fosfomonoesterasa bajó. Esto podría deberse a que los procesos de muerte y lisis celular son menos importantes a estas alturas de la experiencia, por lo que no hay nuevos aportes enzimáticos al medio, y es cuando se empieza a manifestar la degradación de los enzimas que se encontraban en la solución del suelo como consecuencia de la exposición al calor o a la acción de las proteasas.

En lo que respecta al nivel de actividad deshidrogenasa, el efecto de la temperatura provoca un claro descenso. Estos resultados parecen indicar que el calor afecta de forma muy acusada a la población de microorganismos activos, provocando la muerte e inactivación de las células vivas, ya que en todos los casos se produce una bajada desde el nivel de actividad inicial a valores prácticamente nulos al final del tratamiento.

No parece que el cese de la aplicación de calor haya permitido una recuperación rápida de los niveles iniciales de actividad enzimática, ya que en algunos casos se produjo un ligero incremento, pero en otros el nivel de actividad se mantuvo estable.

En las Figuras 3 y 4 se muestran los resultados del efecto de la desecación sobre las dos actividades enzimáticas estudiadas. Al igual que ocurre en el ensayo anterior, el comportamiento de la actividad fosfomonoesterasa es bastante más heterogéneo, fundamentalmente en los suelos ecológicos, donde es prácticamente imposible extraer una tendencia común de comportamiento. Sin embargo, en los suelos convencionales sí que parece observarse un aumento inicial que puede estar causado al igual que en el ensayo anterior, por la lisis celular que se genera como consecuencia de la falta de agua producida en el suelo cuando se humedece y posteriormente se deja secar. A su vez se podrían explicar los descensos de actividad fosfomonoesterasa que se observan posteriormente como resultado de la exposición a las proteasas y como consecuencia de la expansión-contracción de la materia orgánica, que podría provocar dos efectos sobre los en-

zimas: la desnaturalización de estos por pérdida de su estructura tridimensional y la reducción de las posibilidades del sustrato para llegar a su centro activo.

Sin embargo, la actividad deshidrogenasa tiene un comportamiento más constante. En ambos manejos se observan caídas fuertes de actividad como consecuencia de la humectación y posterior desecación que sufren los suelos, que provocan la muerte o el descenso de actividad de la población de microorganismos activos, manifestándose con esta caída de valores de la actividad deshidrogenasa.

Cabría matizar el comportamiento especial que tienen las actividades enzimáticas en el caso de Alboraya en suelo ecológico. Parece que tanto el calor como la desecación les afectan, pero no de una forma tan inmediata y tan rotunda como en el resto de suelos. Esto podría explicarse con el hecho de que el suelo ecológico de Alboraya posee un contenido en materia orgánica bastante elevado (alrededor de un 5%), que provocaría que de alguna manera la población microbiana estuviera más protegida, proporcionándole cierta resistencia ante la exposición a estos dos estreses.

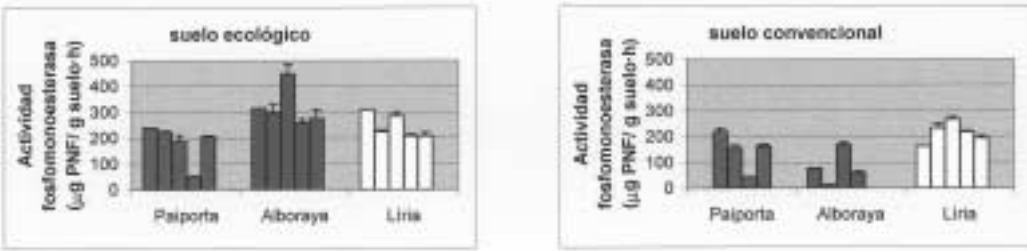


Figura 3

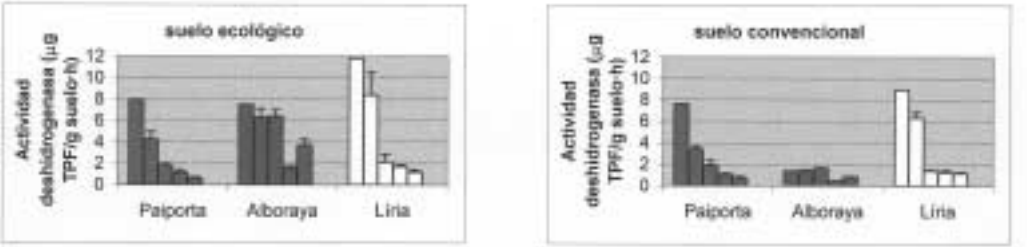


Figura 4

CONCLUSIONES

A tenor de los resultados obtenidos, podrían extraerse una serie de conclusiones para finalizar este trabajo. Se ha constatado que tanto el efecto de las elevadas temperaturas como el de la falta de agua provocan la inactivación y la muerte de las células vivas, afectando claramente a la actividad deshidrogenasa por tratarse de una actividad asociada a la población microbiana activa. Sin embargo, la actividad fosfomonoesterasa ha dado unos resultados más variables y hete-

rogéneos que dificultan el establecimiento de una tendencia general como respuesta a los dos efectos estudiados.

En vistas a que parece existir una potencialidad real del tema estudiado, sería necesario continuar con esta línea de investigación, planteando nuevas experiencias a mayor escala y en condiciones de campo.

Se podrían desprender de este trabajo una serie de recomendaciones desde el punto de vista agronómico. Dada la peligrosidad de que la falta de agua o la acción del calor afecten tanto a los microorganismos como a los enzimas del suelo, se podrían recomendar una serie de prácticas agrícolas como el riego más frecuente y con dosis de agua más bajas, o el acolchado, para minimizar el efecto nocivo de estos dos estreses sobre la actividad biológica del suelo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer encarecidamente a Vicente Martí y a Jesús Sanchís su colaboración para obtener las muestras de suelo en parcelas ecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

ALBIACH, R. (1997). Estudio de varios índices de actividad biológica del suelo en relación a diferentes aportaciones de enmiendas orgánicas. Universitat de Valencia, 194 pp. Tesis Doctoral.

BONMATÍ, M., JIMÉNEZ, P., ÁLVAREZ, H., CALERO, E., JULIÁ, M., MORILLO, M.; NÚÑEZ, E. (2000). Evolución de actividades enzimáticas en el proceso restaurador de dos suelos procedentes de canteras calcáreas de Cataluña utilizando altas dosis de lodos de depuradora. En: *Investigación y perspectivas de la Enzimología de suelos de España* (García, C.; Hernández, M.T., eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Edafología Aplicada del Segura, Murcia: 209-293.

CANET, R., ALBIACH, R.; POMARES, F. (2000). Los índices de actividad biológica como herramienta de diagnóstico de la fertilidad del suelo en agricultura ecológica. En: *Investigación y perspectivas de la Enzimología de suelos de España* (García, C.; Hernández, M.T., eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Edafología Aplicada del Segura, Murcia: 11-39.

CASIDA, L.E., KLEIN, D.A.; SANTORO, T. (1964). Soil dehydrogenase activity. *Soi Sci.*, **98**: 371-376.l

CERDÁ, A., GARCÍA-ÁLVAREZ, A., CAMMERAAT, L.H.; IMESON, A.C. (1995). Fluctuación estacional y dinámica microbiana en una catena afectada por el cultivo en la cuenca del Guadalentín. *Pirineos*, 145-146: 3-11.

CERDÁ, A., GARCÍA-ÁLVAREZ, A.,Y IMESON, A.C. (1998). Microbial activity and hydrological characteristics of soils along a catena in a semiarid environment in southeast Spain. Implications for land degradation. En: *The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures.* (Rodríguez Rodríguez, A., Jiménez Mendoza, C.C., Tejedor Salguero, M.L., eds.) Geoforma Ediciones, Logroño, 33-48.

EIVAZI, F.; TABATABAI, M.A. (1977). Phosphatases in soils. *Soil Biol. Biochem.*, **9**: 167-172.

GARCÍA, C., HERNÁNDEZ, M.T.; COSTA, F. (1994). Microbial activity in soils under mediterranean conditions. *Soil Biol. Biochem.*, **26 (9)**: 1185-1191.

GARCÍA, C., HERNÁNDEZ, M.T., PASCUAL, J., MORENO, J.L.; ROS, M. (2000). Actividad microbiana en suelos del sureste español sometidos a procesos de degradación y desertificación. Estrategias para su rehabilitación. En: *Investigación y perspectivas de la Enzimología de suelos de España* (García, C.; Hernández, M.T., eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Edafología Aplicada del Segura, Murcia: 43-143.

LOBO, M.C., SASTRE, I.; VICENTE, M.A. (2000). Las enzimas como medida del impacto ambiental en los suelos. En: *Investigación y perspectivas de la Enzimología de suelos de España* (García, C.; Hernández, M.T., eds.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Centro de Edafología Aplicada del Segura, Murcia: 297-352.

PERUCCI, P. (1992). Enzyme activity and microbial biomass in a field soil amended with municipal refuse. *Biol. Fertil. Soil.*, **14**: 54-60.

ROS, M. (2000). Recuperación de suelos agrícolas abandonados mediante el reciclaje en los mismos residuos orgánicos de origen urbano. Universidad de Murcia, CEBAS-CSIC, Murcia, 269 pp. Tesis Doctoral.

SAÁ, A., TRASAR-CEPEDA, C.; CARBALLÁS, T. (1998). Soil P status and phosphomonoesterase activity of recently burnt and unburnt soil following laboratory incubation. *Soil Biol. Biochem.,* **30 (3)**: 419-428.

SKUJINS, J. (1967). Extracellular enzymes in soil. *CRC Crit. Rev. Microbiol.,* **4**: 383-421.

SUANCES, L., PÉREZ-SARMENTERO, J.; MOLINA, A. (2000). Actividad enzimática de esterasas, fosfatasas y B-galactosidasas en suelos de tres fincas de pastos permanentes con diferente altitud. En: *Una alternativa para el mundo rural del Tercer Milenio. Actas del III Congreso de Agricultura Ecológica,* SEAE, Valencia. 223-230.

TABATABAI, M.A.; BREMNER, J.M. (1969). Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biol. Biochem.,* **1**: 301-307.

Evolución de nutrientes disponibles en un suelo enmendado con distintos tipos de estiércoles

INMACULADA BAUTISTA, LLUIS TORMO

Edafología. Departamento de Química.
ESIA, Universidad Pública de Valencia.

RESUMEN

En la agricultura orgánica las plantas obtienen los nutrientes, especialmente N y P, de la descomposición de los residuos orgánicos añadidos al suelo. En este trabajo se ha comparado la evolución de nutrientes disponibles tras la incorporación de distintos tipos de estiércol al suelo mediante incubaciones a largo plazo en el laboratorio. Se han utilizado estiércoles de vaca, oveja, cerdo, conejo, gallinaza y purin de cerdo. La adición de purin produce un incremento importante de N mineral en el tiempo 0. Los estiércoles de oveja, conejo y purín se caracterizan una mineralización neta del nitrógeno orgánico muy baja. La adición de estiércol de vaca produce inmovilización de nitrógeno mineral que se prolonga hasta la vigésimo cuarta semana de incubación. La mayor mineralización del N se ha producido en la gallinaza (alrededor del 50% de su nitrógeno se ha mineralizado en 28 semanas de incubación). En general, a mayor incorporación de P se observa aumento de la disponibilidad de este elemento. La incorporación de estiércol al suelo ha supuesto un aumento del contenido en potasio asimilable en el momento de su aplicación, pero su contenido en el suelo no ha variado, en cada tratamiento, a lo largo de la incubación. Se produce un máximo en la velocidad mineralización del carbono que indica un aumento de la actividad microbiana al incorporar los residuos. El nitrógeno mineralizado a lo largo de las 28 semanas de incubación está correlacionado negativamente con la relación C/N de los residuos; en cambio, aumenta a medida que aumenta el carbono orgánico disuelto del estiércol.

INTRODUCCIÓN

La descomposición de los estiércoles y residuos vegetales en un suelo depende de factores ambientales (temperatura, humedad del suelo, textura, etc.) y de factores relacionados con la composición del residuo (relación C/N, contenido en lignina). Un factor que determina la velocidad de descomposición es el tipo de estiércol. Beauchamp y Paul (1989) recogen una serie de datos obtenidos por diversos investigadores sobre liberación de nutrientes, encontrando que el estiércol de mineralización más rápida es el de gallinaza. Así, Van Faasen y Van Dijk (1987), en un ensayo de incubación de suelos, de 6 meses de duración, encontraron que se mineralizó entre el 70-100% del nitrógeno orgánico de gallinaza frente al 38% del nitrógeno orgánico en es-

tiércoles de vaca y cerdo, para el mismo período. Chae y Tabatabai (1986) en 26 semanas de incubación obtuvieron unos valores de mineralización del 13% del nitrógeno orgánico en estiércoles de vaca y el 67% del nitrógeno orgánico en el caso de gallinaza. También observaron que la mineralización fue mayor en suelos arcillosos que en suelos arenosos. En otros ensayos de mineralización, en 199 días se mineralizó el 12% del nitrógeno en purines de vaca, el 27% en purines de cerdo y entre el 16-56% del nitrógeno de gallinaza (CHADWICK y col., 2000). El factor determinante en la mineralización del N es la relación C/N del residuo. Se ha fijado un valor crítico de 20 por encima del cual se pueden observar carencias de nitrógeno en el cultivo (SALTER y SCHOLLENBERGER, 1939). Los límites no están muy bien definidos y varían con el tipo de estiércol. Van Faasen y Van Dijk (1987), en el caso de estiércol de vacuno observaron inmovilización durante 1-5 meses incluso cuando la relación C/N fue de 16. Otros investigadores fijan un valor máximo del cociente C/N igual a 15 para que se produzca mineralización neta del nitrógeno (BEAUCHAMP y PAUL, 1989).

La incorporación de estiércoles al suelo, aumentan el contenido de fósforo total pero también la forma inorgánica. Sharpley y col., (1993) obtuvieron un aumento del fósforo disponible de 179 mg P/kg ss en los suelos tratados con gallinaza (media de 12 tipos de suelos). Estos mismos autores comprobaron que aplicando gallinaza al suelo, el fósforo disponible supuso el 38% del fósforo inorgánico en el suelo tratado, mientras que este porcentaje fue de 9 en los suelos que no recibieron ninguna enmienda orgánica. Field y col., 1985 observaron incrementos de 12 a 23 kg P/ ha en el fósforo extraído por el método de Mehlich por cada 100 kg P de gallinaza incubado durante 90 días. Thi Sen y col. (1995), aplicando estiércol de vaca observaron un descenso de la adsorción del P en el suelo, lo que se traduce en un aumento de la disponibilidad del Singh y Jones (1976), observaron que aquellos residuos que contienen más de un 0.31% P disminuyen la cantidad adsorbida de P en el suelo, por tanto incrementan el contenido de P del suelo. El descenso de la adsorción del P se atribuye a que la descomposición de la materia orgánica libera ácidos orgánicos que forman complejos con los cationes Fe y Al (HUE, 1991). La incorporación de estiércol al suelo también aumenta la disponibilidad de K (BLAKE y col., 1999), debido al aumento del contenido de carbono orgánico y sustancias húmicas del suelo, lo que se traduce en un aumento de la capacidad de intercambio catiónico y en un aumento del K extraíble del suelo.

La dosis de estiércol a aplicar se debe fijar en función del valor fertilizante del estiércol y de la velocidad de descomposición del mismo y de la materia orgánica humificada del suelo. El objetivo de este trabajo es comparar la evolución de nutrientes disponibles en función del tiempo tras la incorporación de distintos tipos de estiércol al suelo mediante incubaciones a largo plazo en el laboratorio y analizar las características de los estiércoles que influyen en la velocidad de mineralización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El suelo utilizado para llevar a cabo este trabajo procede de un campo situado en el pueblo de Alfarrasí (Alicante). El suelo tiene textura franco arcillosa, un valor bajo de materia orgánica (9 g C orgánico/kg suelo) y un alto contenido en carbonatos (436 g $CaCO_3$/ kg de suelo). Se tomó una muestra compuesta en julio de 2000 (0-25 cm de profundidad) obtenida de 20 puntos tomados en zig-zag a lo largo de todo el campo para medir la mineralización del carbono y del nitrógeno. La muestra permaneció embolsada, con la humedad de campo, hasta su llegada al laboratorio donde se tamizó en húmedo a través de un tamiz de 4 mm de diámetro. Se tomó una tercera muestra en septiembre de 2000 para el estudio de la evolución de los otros nutrientes en el suelo.

La toma de muestras de los estiércoles se realizó el 24 de junio de 2000 en los estercoleros y en una balsa de purín, situados todos cerca de las explotaciones ganaderas con régimen de explotación familiar. Todos los estiércoles muestreados eran estiércoles frescos excepto el estiércol de oveja que presentaba un cierto estado de descomposición. La humedad se determinó en una submuestra de cada tipo de estiércol por desecación en estufa a 65 ºC durante 48 h. El estiércol seco en estufa se trituró en un molino de aspas de acero inoxidable para analizar el contenido en nutrientes. Una segunda submuestra se dejó secar a temperatura ambiente, se tamizó a través de un tamiz de 2 mm de diámetro y fue empleada en los estudios de mineralización de nitrógeno, carbono y nutrientes.

Para la determinación de los nutrientes de los estiércoles, estos fueron sometidos a una digestión previa con ácido sulfúrico y agua oxigenada durante 30 minutos a 250 ºC en un digestor TECATOR (JONES y CASE, 1990). El fósforo se determinó por el método del ácido ascórbico después de corregir el pH de las digestos a unos valores comprendidos entre 5.5-7 (Kuo, 1996). El potasio se determinó por fotometría de llama (HELMKE y SPARKS, 1996). El Mg, Fe, Cu, Mn y Zn se determinaron por espectrometría de absorción atómica (WRIGHT y STUCZYNSKI, 1996). Para la determinación del nitrogeno orgánico y amoniacal de las muestras se aplicó el método de Kjeldahl descrito por Bremner (1996). El pH se midió en una suspensión acuosa con proporción estiércol-agua de 1:2.5. El Carbono orgánico disuelto (COD) se determinó en extracto de agua destilada del estiércol en una relación 1/20 (g/mL), por digestión con dicromato potásico durante 2h a 150ºC y valoración del exceso de dicromato (CLESCERI y col., 1989). El nitrógeno mineral se determinó mediante una extracción con una disolución de cloruro potásico 2 N con una relación soluto/extractante de 1/25(g/mL) para los estiércoles y 5/25 (g/mL)en el caso del purín. El N-NO_3^- en el extracto se analizó por reducción en columna de Cd y reacción colorimétrica mediante sistema FIA diseñado en la UPV (RAIGÓN y col., 1992) y el N-NH_4^+ midiendo el cambio de color en una corriente de disolución indicadora producido por el amoniaco volatilizado en medio básico a través de una membrana semipermeable, mediante un sistema FIA (TECATOR).

Se aplicó al suelo la dosis de estiércol en función de su contenido en nitrógeno, de acuerdo a la normativa europea vigente sobre la contaminación de las aguas por nitratos y con la ayuda del Código de las buenas prácticas agrarias (2000) (Tabla I). La incubación del suelo se realizó en matraces erlenmeyers individuales. En cada matraz, se colocaron 10 gr de suelo húmedo (< 4 mm Ø) tratado con estiércol (< 2 mm Ø) y se llevó el suelo hasta la humedad de capacidad de campo (humedad retenida a – 10 kPa) (Hart *et al*., 1994); la humedad de las muestras se controló mediante pesada, rectificándola periódicamente. La incubación se realizó en cámara climática a 25ºC y en la oscuridad.

Para cada tratamiento de estiércol se utilizaron 28 erlenmeyers correspondientes a 7 períodos de determinación del N mineral y 4 repeticiones por tratamiento y período. Los períodos de extracción fueron a las 2, 4, 8, 14, 20 y 28 semanas del comienzo de la incubación. Se determinó el N mineral inicial (en el momento de la incorporación del estiércol) en cada uno de los tratamientos. Se midió la mineralización del carbono introduciendo en los matraces viales con 2 mL de sosa 1 N. Aproximadamente cada quince días se sacaban los viales de los matraces (al mismo tiempo se introducían otros de repuesto), se le añadía 1 mL de cloruro de bario 2.5 N para precipitar el CO_3^{-2} formado. El exceso de sosa se valoró con HCl 0.5 N. La incubación para medir la mineralización de los restantes nutrientes de los estiércoles se realizó en cápsulas de porcelana a la humedad de capacidad de campo. A las 2, 4, 8, 14 y 20 semanas desde el inicio de la incubación, se retiraron entre 45-50 gr de suelo para determinar las concentraciones de las formas asimilables de los distintos nutrientes.

Tabla I. Cantidad de estiércol añadida al suelo

Tratamiento	gr suelo seco	gr estiércol seco
Vaca(1)	300	4.417
Oveja(2)	300	1.727
Cerdo(3)	300	2.524
Conejo(4)	300	1.814
Purín(5)	300	10.7*
Gallinaza(6)	300	1.736

* ml de purín incorporado al suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, los datos de la composición de los estiércoles (Tabla II) coinciden con los existentes en la bibliografía. El contenido en nitrógeno de todos los estiércoles coincide con los valores dados en las bibliografía (SOLIVA, 1995; CASTILLÓN, 1988). También la relación C/N de todos los estiércoles coincide con la reflejada en la bibliografía. La cantidad de fósforo esta infravalorada respecto a las referencias consultadas a excepción de la gallinaza y del purín. El contenido en K de los estiércoles difiere de los resultados de la bibliografía, en algunos casos (vaca y oveja) tienen valores mas altos y en otros (gallinaza) el contenido es menor.

Tabla II. Contenido en nutrientes de los estiércoles utilizados*

Nutriente	Vaca	Oveja	Cerdo	Conejo	Purín	Gallinaza
N total (%)	1,73 ± 0,19	2,1 ± 0,08	2,69 ± 0,46	2,31 ± 0,14	9,84 ± 5,60	3,41 ± 0,03
N amoniacal (mg/kg)	66 ± 0.1	159 ± 18	266± 5	409 ± 18	52± 10[1]	945 ± 40
N nítrico (mg/kg)	0	744 ± 10	66 ± 6	1554 ± 16	0	22 ± 3
N mineral (mg/kg)	66	903	331	1963	52[1]	968
N org (%)	1,72	2,01	2,65	2,14	4,62	3,31
Nmineral/ Ntotal (%)	0.38	4.30	1.23	8.40	53.10	2.84
C org (%)	45,7 ± 0,6	31,3 ± 0,8	41,4 ± 0,5	48,9 ± 1,1	54,2 ± 5,4	43,5 ± 0,7
COD (mg C/g)	17,5 ± 0,7	23,7 ± 0,5	20,4 ± 0,5	24,7 ± 0,9	52,8 ± 8,6	49,3 ± 0,4
Fibra (%)	25,4 ± 0,7	18,4 ± 1,7	17,9 ± 1	33,1 ± 0.3		16,2 ± 0,4
C/N	26,4	15	15,4	21	5,5	12,8
C/N $_{org.}$	26.5	15.6	15.6	22.8	11.7	13.1
C/P	373,5	187,3	93	78,6	20,8	43,3
pH en agua	8,45	9,76	9,08	8,73		7,51
P(g/kg)	1,2 ± 0,1	1,7 ± 0,9	4,5 ± 0,3	6,2 ± 0,5	26,1 ± 8,5	10,0 ± 1,7
K (g/kg)	1,4 ± 1,3	27,8 ± 2,6	12,6± 4,3	14,4 ± 3,4	127,4 ± 106,6	19,1 ± 4,8
Mg (g/kg)	6,4 ± 0,1	7,1 ± 0,5	11,3 ± 0,6	6,8 ± 0,4	17,0 ± 7,6	7,4 ± 0,5
Fe (g/kg)	0,14 ± 0,004	0,24 ± 0,004	0,25 ± 0,02	0,13± 0,004	0,25 ± 0,10	0,21 ± 0,02
Cu (g/kg)	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,11 ± 0,04	0,04 ± 0,01	0,49 ± 0,36	0,12 ± 0,04
Mn (g/kg)	0,11 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,43 ± 0,02	0,24 ± 0,02	0,44	0,29 ± 0,02
Zn (g/kg)	0,20 ± 0,01	0,07 ± 0,002	0,88 ± 0,03	0,25 ± 0,01	1,54 ± 0,68	0,77 ± 0,03

1. Expresado en g/kg e.s

* Resultados expresados sobre materia seca del estiércol.

Los resultados obtenidos del análisis de la composición del purín son los más variables. Esto se debe a la dificultad de obtener submuestras homogéneas en la suspensión del purín. En este caso la cantidad de potasio que contiene el purín es de 127 g/kg, valor mucho mas alto que el dado por Castillón (43 g K/kg).

MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO

Se observa un incremento importante de N mineral en el tiempo 0 (Tabla III) especialmente en el tratamiento con purin, cuyo nitrógeno se encuentra en gran parte en forma mineral. Se observa también el alto contenido de nitrógeno mineral que existe a las 28 semanas de incubación en los suelos abonados con gallinaza y purín de cerdo. Por el contrario, el nitrógeno mineral del suelo que ha sido tratado con estiércol de vaca presenta un valor semejante al del suelo que no ha recibido ninguna enmienda orgánica o suelo control.

Tabla III. Evolución del contenido en N mineral en el suelo (mg/kg) tratado con distintos estiércoles (media ± desv. típica)

	Tiempo de incubación (semanas)						
	0	**2**	**4**	**8**	**14**	**20**	**28**
Vaca	33,9 ± 0,6	9,2 ± 2,9	5,3 ± 4,1	10,2 ± 5,6	30,8 ± 4,2	54,4 ± 4,0	98,9 ± 5,8
Oveja	39,2 ± 1,9	55,4 ± 3,3	59,4 ± 2,1	68,2 ± 2,3	77,7 ± 5,9	85,3 ± 6,2	113,7 ± 6,1
Cerdo	40,5 ± 0,3	71,4 ± 6,0	68,2 ± 8,9	77,1 ± 3,2	102,1 ± 15,7	103,2 ± 6,0	148,1± 13,0
Conejo	49,7 ± 1,5	57,5 ± 3,0	55,8 ± 3,9	62,4 ± 3,1	77,8 ± 7,4	83,7 ± 4,4	116,1 ± 11,1
Purín	122,8 ± 2,8	140,6 ± 3,4	154,4 ± 2,1	153,3 ± 3,3	168,0 ± 5,8	180,7 ± 5,1	193,9 ± 5,5
Gallinaza	38,2 ± 1,1	110,5 ± 3,8	136,7 ± 11,6	146,9 ± 50,7	161,5 ± 22,4	192,7 ± 16,1	199,3 ± 12,3
Control	34,9 ± 0,1	43,7 ± 0,8	52,3 ± 0,4	56,8 ± 1,5	59,1 ± 1,7	70,0 ± 2,2	92,9 ± 6,0

La evolución de la mineralización neta del nitrógeno con el tiempo (descontando el valor inicial del suelo), para cada tipo de estiércol, se representa en la Figura 1. Los estiércoles de vaca, oveja, conejo y purín se caracterizan por que la mineralización neta del nitrógeno orgánico es muy baja, ya que al final del período de incubación se ha obtenido una mineralización neta del nitrógeno semejante a la del suelo control, que no ha recibido ningún abono orgánico.

Se produce inmovilización de nitrógeno mineral en el suelo que ha sido tratado con estiércol de vaca hasta la vigésimo cuarta semana de incubación. El valor mínimo de N mineral se obtiene en la cuarta semana desde el comienzo de la incubación, inmovilizándose casi 30 mg N/ kg suelo. Henis (1986) estima en 1.2% de nitrógeno la cantidad mínima de nitrógeno que debe contener el residuo para que no se produzca inmovilización . El estiércol de vaca utilizado contiene un 1.73% de nitrógeno y aún así se ha producido inmovilización. En cambio, la relación C/N es igual a 26, valor superior al señalado por Chadwick y col., (2000), que fijan en 15 la relación C/N_{org} máxima para que no se produzca inmovilización del nitrógeno. Se observa un rápido aumento inicial del nitrógeno mineral en el suelo abonado con gallinaza. En este caso se aprecia una fuerte pendiente de la curva en el primer mes desde el inicio de la incubación. Posteriormente esta pendiente se suaviza y el aumento del nitrógeno mineral del suelo no es tan acentua-

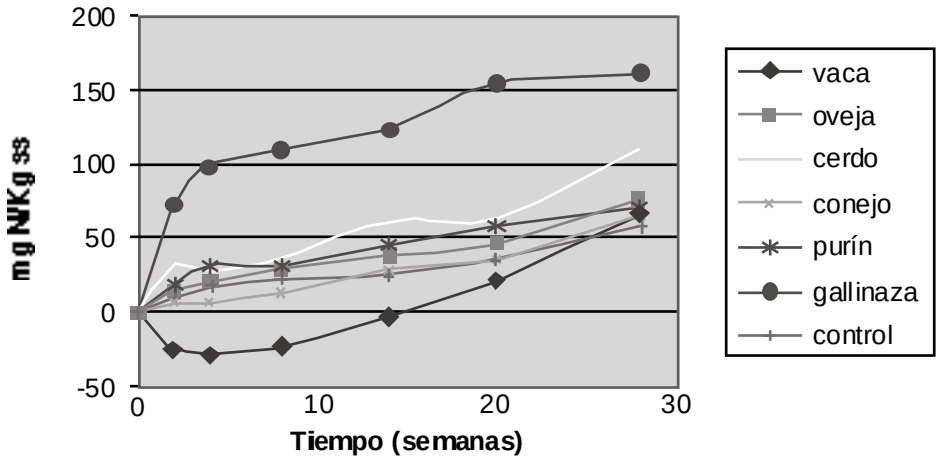


Figura 1. *Mineralización neta del N en el suelo para los diferentes tipos de estiércoles*

do. En el caso del purín, que posee una relación C/N de 5.5, no se produce el incremento del contenido en nitrógeno mineral aunque este residuo contenga el mayor contenido en nitrógeno orgánico y una relación C/N muy baja. Sin embargo, si se considera la relación C/N_{org} se observa que alcanza un valor más elevado.

Al final del período de incubación, en el suelo abonado con estiércol de vaca (que tiene una relación C/N elevada) aunque ha recibido la mayor cantidad de nitrógeno orgánico se ha mineralizado muy poco nitrógeno (2.7%). La mayor mineralización del N se ha producido en la gallinaza (alrededor del 50% de su nitrógeno se ha mineralizado en 28 semanas de incubación). Estos datos coinciden con los que se muestran en la bibliografía (BEAUCHAMP y PAUL, 1989).

MINERALIZACIÓN DEL CARBONO

En la Figura 2 se representa el carbono mineralizado acumulado durante las 28 semanas de incubación, medido a través de la producción de CO_2. Se ha registrado una mayor mineralización del carbono en el suelo tratado con estiércol de vaca, seguido del cerdo y conejo. Cabe señalar que cantidad de carbono orgánico añadida en cada tratamiento fue diferente.

Cuando se representa la velocidad mineralización del carbono (mg C mineralizado/kg ss y semana) (Figura 3), se observa un máximo de emisión de CO_2 entre la segunda y la cuarta semana de incubación. Estos resultados indican que aumenta la biomasa microbiana al incorporar los residuos y humedecer el suelo; como consecuencia aumenta de la respiración de los microorganismos. Destaca la elevada mineralización de carbono incorporado en el estiércol de vaca y en los estiércoles de cerdo y gallinaza a las 4 semanas de incubación. En cambio, en el suelo abonado con purín y estiércol de oveja, la velocidad de mineralización del carbono es lenta. La velocidad de mineralización del carbono decrece con el tiempo alcanzando un valor muy similar en todos los tipos de estiércoles al final de la incubación. El descenso se debe a

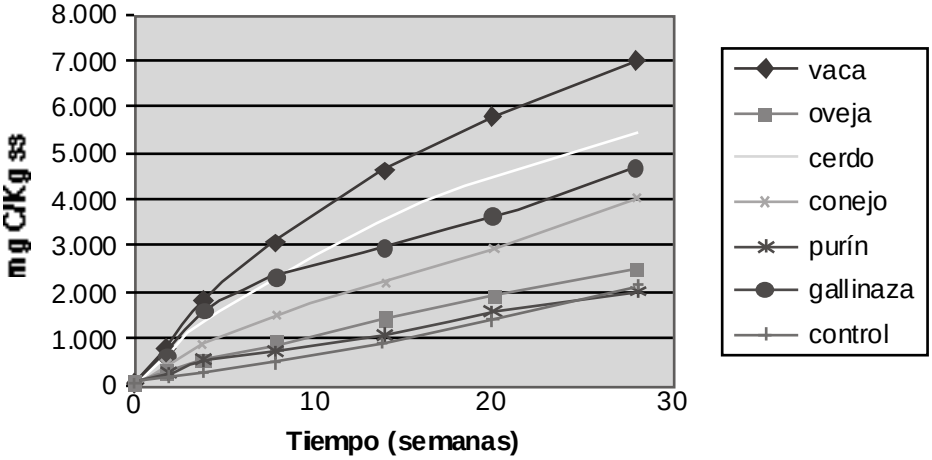


Figura 2. *Mineralización del carbono en cada tratamiento desde el inicio de la incubación*

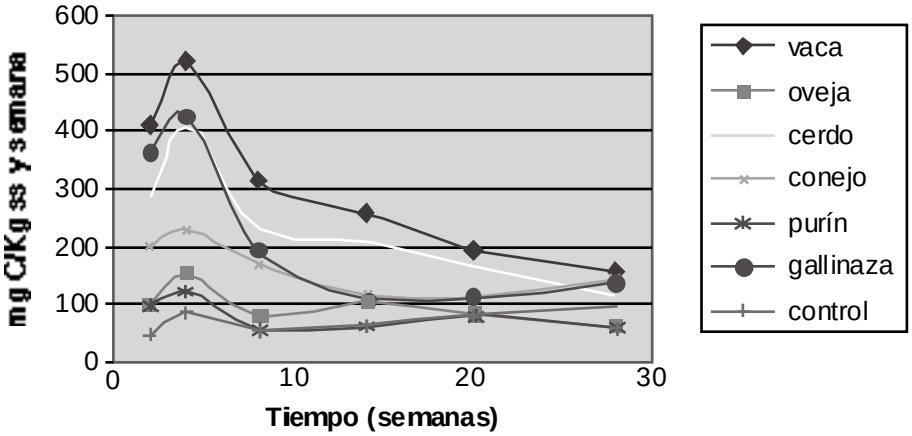


Figura 3. *Evolución de la velocidad de mineralización del carbono en los distintos tratamientos*

que, a medida que se descompone el sustrato, a los microorganismos les resulta mas difícil obtener energía, disminuyendo su población y la facilidad de descomponer el residuo. En cambio, en el control, la velocidad de mineralización del carbono se ha mantenido constante en el tiempo.

Si se compara el C mineralizado neto (descontando la respiración basal del suelo) con el añadido, durante las ocho primeras semanas de incubación se ha mineralizado entre el 35-50% del total del carbono incorporado, dependiendo del tipo de estiércol. Este porcentaje ha sido mayor en el estiércol de gallinaza, por lo que la rápida mineralización del carbono puede ser debida al alto contenido en carbono orgánico disuelto (COD) que posee este estiércol.

MINERALIZACIÓN DEL FÓSFORO CONTENIDO EN LOS ESTIÉRCOLES

De la evolución del P disponible en los distintos tratamientos (Figura 4), se observa que se ha producido un aumento del mismo en el suelo enmendado con los estiércoles de cerdo, conejo y gallinaza. También se aprecia una disminución del contenido en P disponible a la cuarta semana de incubación con respecto al P extraído en la segunda semana. Esta inmovilización del P coincide con el aumento de la biomasa experimentado en este período. Después de la semana cuarta, se invierte la tendencia y el contenido de P en el suelo aumenta hasta el final de la incubación.

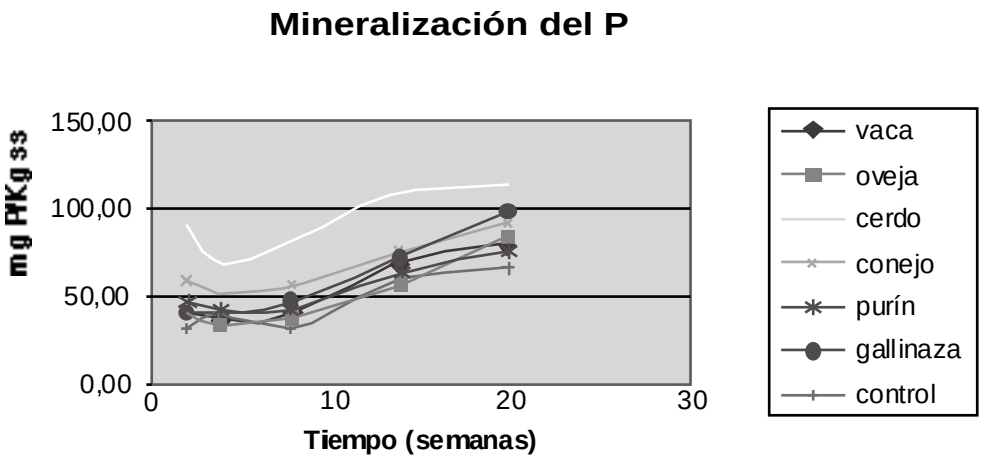


Figura 4. *Evolución del contenido en fósforo disponible en los distintos tratamientos*

La disponibilidad del fósforo a las 20 semanas de incubación se ha calculado restando al P disponible en cada tratamiento a las 20 semanas de incubación el correspondiente valor del suelo control (Figura 4). El mayor aumento de la disponibilidad de fósforo se ha producido en el suelo tratado con estiércol de cerdo, aunque no fue el suelo que recibió mayor cantidad de este elemento. En general, a mayor incorporación de P se observa aumento de la disponibilidad de este elemento.

Tabla IV. Evolución del contenido en potasio asimilable (extracto de acetato amónico) del suelo tratado en distintos estiércoles expresado en mg K/kg

	Tiempo (semanas)			
Estiércol	**2**	**4**	**14**	**20**
Vaca	479	477	452	451
Oveja	564	569	517	566
Cerdo	550	534	496	467
Conejo	541	555	500	484
Purín	504	511	519	467
Gallinaza	528	519	498	505
Control	442	437	448	415

EVOLUCIÓN DEL POTASIO ASIMILABLE

El potasio extraído a lo largo del período de incubación en al suelo enmendado con los distintos estiércoles aparece tabulado en la Tabla IV. Los resultados correspondientes a la semana octava de incubación se han omitido porque el potasio extraído en ese período se vio alterado por alguna contaminación. La incorporación de estiércol al suelo ha supuesto un aumento del contenido en potasio asimilable en el momento de su aplicación, pero su contenido en el suelo no ha variado, en cada tratamiento, a lo largo de la incubación. Esto de debe a que el K de los estiércoles se encuentra de forma inorgánica y su aplicación comporta un aumento inmediato del contenido de este elemento en el suelo.

EFECTO DE LA COMPOSICIÓN DEL ESTIÉRCOL SOBRE LA MINERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO

Relación C/N de los residuos

Cuando se representa la relación C/N del residuo frente al% de nitrógeno orgánico mineralizado a las 28 semanas de incubación (figura 5) se puede observar el control que ejerce la relación C/N sobre la mineralización y descomposición de un residuo.

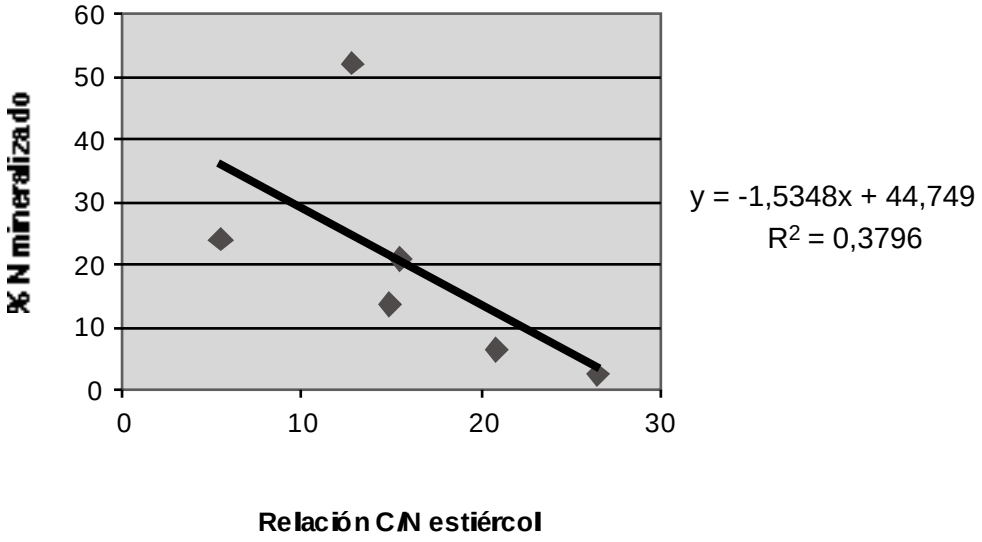


Figura 5. *% N mineralizado a las 28 semanas de añadir la enmienda y relación c/N de los estiércoles*

Se observa que a medida que aumenta la relación C/N disminuye la mineralización del nitrógeno del residuo. Cuando un residuo posee una mayor cantidad relativa de carbono que de nitrógeno, los microorganismos no pueden obtener el nitrógeno necesario para su multiplicación,

y al haber menor número de microorganismos la mineralización es menor. El punto que se sale de la línea corresponde a la gallinaza. El valor tan elevado de nitrógeno mineralizado puede deberse a que este tipo de residuo contiene una alta cantidad de carbono orgánico disuelto que estimula la mineralización del nitrógeno orgánico.

Carbono orgánico disuelto

En carbono orgánico disuelto (Figura 6) afecta significativamente a la mineralización del nitrógeno. Este carbono constituye una fuente de energía para los microorganismos de fácil uso y por tanto no se ve bloqueado el proceso de mineralización de la materia orgánica.

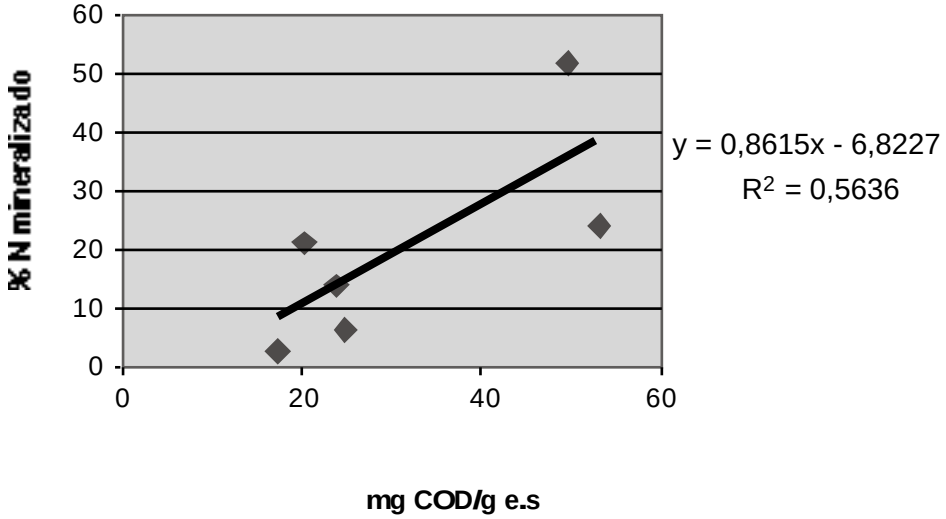


Figura 6. *% N mineralizado y carbono orgánico disuelto en los estiércoles*

El estiércol de oveja experimenta una mayor mineralización del nitrógeno que el estiércol de conejo aunque ambos estiércoles posean similares contenidos en carbono orgánico disuelto. Esto puede ser debido a que el estiércol de conejo tenga mayor contenido en fibra y una relación C/N más alta que controla la mineralización del nitrógeno.

BIBLIOGRAFÍA

BEAUCHAMP, E.G.; PAUL, J.W. (1989). A Simple Model to Predict Manure N Availability to Crops in the Field. Cap. 11 en: « Nitrogen in organic wastes applied to soils ». Academic Press Inc. pp. 140-149.

BLAKE, L.; MERCIK, S.; KORERSCHENS, M.; GOULDING, K.W.T.; STEMPEN, S.; WEIGEL, A.; POULTON, P.R.; POWLSON, D.S. (1999). Potassium content in soil, uptake in plants and the potassium balance in three European long-term field experiments. Plant and Soil. 216(1/2) 1-14, 1999.

BREMMER, J.M. (1996). Nitrogen total. Cap 37. En Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA. Pp 1085-1122.

CAMPELL, C.A. (1989). Soil organic carbon, nitrogen and fertility. Cap 5 en `` Soil organic matter´´. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company.

CASTILLÓN, P. (1988). Valoración agronómica de las deyecciones de animales. Residuos Ganaderos. Fundación «la Caixa». Barcelona, pp. 131-141.

CERVERA, C; PASCUAL, J.J. (1996). Manual de prácticas de alimentación animal. Analisis de piensos y materias primas. SPUPV.

CLESCERI, LEONORE S., GREENBERG, ARNOLD E., TRUSSELL, R.RHODES. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water: APHA, 1989.*

CODI VALENCIÀ DE BONES PRACTIQUES AGRÀRIES. Conselleria de Agricultura, Pesca i Alimentació. Ordre de 29 de març de 2000. DOGV nº 3.727.

CHADWICK, D.R., JOHN, F., PAIN, B.F., CHAMBERS, B.J.; WILLIAMS, J. (2000). Plant uptake of nitrogen from the organic nitrogen fraction of animal manures: a laboratory experiment. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 134: 159-168.

CHAE, Y.M.; TABATAI, M.A. (1986). Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. Journal of environmental quality 15: 193-198.

FIELD, J.A., RENAU, R.B.; KROONTJE, W. (1985). Effects of anaerobically digested poultry manure on soil phosphorus adsorption and extractability. Journal of Environmental Quality. 14: 105-107.

HART, S.C., STARK, J.M., DAVIDSON, E.A.; FIRESTONE, M.K. (1994). Nitrogen mineralization, inmovilization and nitrification. Cap 42 en: « Methods of soil analysis. Part 2- Microbiological and Biochemical properties ». Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA: 985-1.018.

HENIS, Y. (1986). Soil microorganisms, soil organic matter and soil fertility. Cap 7 en «The role of organic matter in modern agriculture». Ed. Martinus Nijhoff Publishers.

HUE, N.V. (1991). Effects of organic acids/anions on P sorption and phytoavailability in soils with diferent mineralogies. Soil Science.152(6): 463-471.

JONES, J.; CASE, W. (1990). Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples. Cap. 15 en Soil testing and plant Analysis. SSSA Book. Series 3. pp. 389-428.

KUO, S. (1996). Phosphorus. En Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA. pp. 869-919.

NUGRHO, S.G.; KUWATSUKA, S. (1990). Concurrent Observations of Several Processes of Nitrogen Metabolism in Soil Amended with Organic Materials. I. Effects of Different Organic Materials on Ammonification, Nitrification, Denitrification, and N_2 Fixation under Aerobic and Anaerobic Conditions. Soil Sci. Plant Nutr., 36(2), 215-244.

RAIGÓN, M.D., PÉREZ-GARCÍA, M., MAQUIEIRA, A.; PUCHADES, R. (1992). Determination of available nitrogen (nitric and ammoniacal) in soils by flow injection analysis. Analusis, 20: 483-487.

SALTER, R.M.; SCHOLLENBERGER, C.J. (1939). Farm manure. Bulletin 605. Ohio: Ohio Agricultural Experimental Station.

SHARPLEY, A.N., SMITH, S.J.; BAIN, W.R. (1993). Nitrogen and Phosphorus Fate from Long-Term Poultry Litter Applications to Oklahoma Soils. Soil Science American Journal 57: 1.131-1.137.

SINGH, B.B.; JONES, J.P. (1976). Phosphorus Sorption and Desorption Characteristics of Soil as Affected by Organic Residues. Soil. Sci. Soc. Am. J., 40: 389-394.

SOLIVA TORRENTÓ, M. (1995). La aplicación de residuos ganaderos. Cap 20 en «Zootecnia. Tomo IV: Genética, patología y residuos ganaderos.» Ed. Mundi-Prensa.

THI SEN TRAN; ADRIEN N'DAYEGAMIYE (1995). Long-term effects or fertilizers and manure application on the forms and availability of soil phosphorus. Can. J. Soil. Sci. 75: 281-285.

VAN FAASEN, H.G.; VAN DIJK, H. (1987)A. Manure as a source of nitrogen and phosphorus in soils. En: *Animal manure on grassland and fodder Crops. Fertilizer or waste?* Proceedings of the Symposium of the European Grassland Federation. van de Meer, H.G., Unwin, R.J., Van Dijk, H. y Ennik, G.C. (Eds).

WRIGHT, R.J. ; STUCZYNSKI, T. (1996). Atomic Absorption and Flame Emission Spectrometry. En Methods of Soil Analisis. Part 3. Chemical Methods. Soil Sci. Soc. Am., Madison, USA, 65-90.

Efectos de la fertilización orgánica en cultivos hortícolas: producción, balance de nutrientes y de materia orgánica

A. GÓMEZ*, F. POMARES*, R. ALBIACH*, R. CANET*, C. BAIXAULI**

* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (I.V.I.A.). Apartado Oficial, 46113 Moncada (Valencia).
** Fundación Caja Rural Valencia.

RESUMEN

En una parcela del I.V.I.A. en Moncada (Valencia), se ha realizado un ensayo en condiciones de campo con seis tratamientos de fertilización: testigo, fertilización mineral, fertilización órgano-mineral (con fertilizante mineral + estiércol de ovino y gallinaza, respectivamente) y fertilización orgánica (con estiércol de ovino y gallinaza). La secuencia de cultivos implantados ha sido: alcachofa 1er año, alcachofa 2º año, lechuga, patata y bróculi. El riego se ha realizado mediante el sistema de inundación. Las parcelas elementales con fertilización orgánica se han cultivado siguiendo las técnicas de Agricultura Ecológica, mientras que en las restantes parcelas se han aplicado prácticas de cultivo convencional.

Los resultados de producción indican que excepto en el cultivo de alcachofa 2º año en el que la fertilización orgánica registró los rendimientos más bajos, en los restantes cultivos, la fertilización orgánica dio producciones similares o algo más altas que las obtenidas con la fertilización mineral. En relación a los balances de nutrientes, la fertilización orgánica produjo los excedentes más altos de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio. Asimismo, la fertilización orgánica, unida a la incorporación de los restos de cultivos, permitió un considerable incremento en el nivel de materia orgánica del suelo. Y el excedente de la materia humificada obtenido mediante un modelo teórico resultó estrechamente correlacionado con el incremento de materia orgánica reflejado por el análisis químico del suelo.

INTRODUCCIÓN

La fertilización en Agricultura Ecológica está basada, principalmente, en el mantenimiento de un nivel adecuado de materia orgánica en el suelo mediante la adición de diferentes materiales orgánicos (compost, estiércol, residuos del cultivo, abonos verdes, acolchados, etc.), cuya mineralización por los microorganismos del suelo libera los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos.

Durante el período de conversión de un sistema convencional a ecológico, la estrategia de fertilización debe contemplar, por una parte, elevar la fertilidad global del suelo mediante la adi-

ción de fertilizantes orgánicos y, por otra, garantizar un suministro equilibrado de nutrientes a los cultivos con un mínimo impacto ambiental.

Para el cálculo de la dosis necesaria de fertilizantes orgánicos como los estiércoles se suele considerar como nitrógeno disponible el nitrógeno mineralizado durante el primer año, que varía según el tipo de estiércol, contenido nutritivo, grado de estabilización, etc. (LECLERC, 1995). Esta circunstancia puede dar lugar a aportaciones desequilibradas de los diferentes elementos fertilizantes.

Por otra parte, al evaluar la idoneidad del programa de fertilización, los balances de nutrientes, a nivel de parcela, de rotación de cultivos o de explotación como parámetros indicadores de sostenibilidad, se han revelado de gran interés (WATSON y STOCKDALE, 1997).

Los objetivos de este trabajo eran: a) evaluar la respuesta de una rotación de cultivos hortícolas a la fertilización orgánica, y b) determinar los balances de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio) y de materia orgánica según cultivo y tratamiento de fertilización.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado en una parcela de hortícolas ubicada en la finca experimental del I.V.I.A. en Moncada (Valencia). Los tratamientos de fertilización aplicados han sido: testigo (T), sin fertilización nitrogenada, fertilización mineral (M), dos de fertilización órgano-mineral, uno con estiércol (OME) y otro con gallinaza (OMG), y dos de fertilización orgánica, uno a base de estiércol (OE) y otro con gallinaza (OG). Las dosis de fertilizantes aportadas a cada uno de los cultivos se muestra en la Tabla I, las características del suelo y agua de riego en la Tabla II y las de los estiércoles en la Tabla III. Las dosis de estiércol de ovino y gallinaza se calcularon de forma que aportaran la misma dosis de nitrógeno disponible que en el tratamiento de fertilización mineral, estimando como nitrógeno mineralizable en el 1er año el 30% y 70% para el estiércol y gallinaza, respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, con parcelas elementales de 10 x 7,5 m y 3 repeticiones de cada tratamiento.

La rotación de cultivos consistió en: alcachofa cv. Blanca de Tudela, transplante el 31/8/95 y períodos productivos del 11/1/96 al 31/5/96 en el primer año y del 10/10/96 al 9/5/97 en el segundo año; lechuga cv. Valladolid, transplante el 15/9/97 y recolección 3/11/97; patata cv. Scort, plantación el 23/1/98 y recolección el 2/6/98; y bróculi cv. Coaster, transplante el 2/10/98 y recolección el 11/2/99. Los restos de los cultivos se incorporaron al suelo antes de la plantación del siguiente cultivo.

El sistema de riego fue el de inundación y las técnicas de cultivo seguidas en los tratamientos de fertilización orgánica OE y OG fueron ecológicas, mientras en los restantes tratamientos se aplicaron técnicas convencionales.

Balances de nutrientes

Los balances simplificados (aportaciones-exportaciones) para el nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio se han calculado a partir de las cantidades de nutrientes aplicadas en el agua de riego y fertilizantes (orgánicos y minerales), considerando como pérdidas sólo las exportaciones derivadas de la cosecha recolectada.

Balance de materia orgánica

Se ha calculado siguiendo el modelo propugnado por Henin y Dubuis (1945). La biomasa aportada por las raíces de los cultivos se estimó a partir de datos encontrados en la bibliografía (Odet, 1989), mientras que la biomasa generada por la porción aérea se obtuvo mediante pesaje en una superficie representativa. Los coeficientes isohúmicos K_1 asignados fueron: 50% para el estiércol y gallinaza, 60% para el sustrato contenido en los cepellones, 20% para los restos de alcachofa y 15% para los restos de los otros cultivos. Y en cuanto al coeficiente de mineralización (K_2) de la materia orgánica del suelo se estimó en un 2% anual (Saña y col., 1996).

Tabla I. Dosis de fertilizantes aportadas en los distintos tratamientos

Tratamiento	Alcachofa 1	Alcachofa 2	Lechuga	Patata	Bróculi
Testigo (T)	90 UF P_2O_5	90 UF P_2O_5	50 UF P_2O_5	80 UF P_2O_5	–
	90 UF K_2O	90 UF K_2O	160 UF K_2O	200 UF K_2O	–
Mineral (M)	360 UF N	360 UF N	102 UF N	224 UF N	–
	90 UF P_2O_5	90 UF P_2O_5	52 UF P_2O_5	80 UF P_2O_5	–
	90 UF K_2O	300 UF K_2O	237 UF K_2O	384 UF K_2O	–
órgano–mineral estiércol (OME)	19,1 tm/ha E	19,1 tm/ha E	12,6 tm/ha E	12 tm/ha E	–
	180 UF N	180 UF N	51 UF N	112 UF N	–
	45 UF P_2O_5	45 UF P_2O_5	26 UF P_2O_5	40 UF P_2O_5	–
	45 UF K_2O	110 UF K_2O	114 UF K_2O	192 UF K_2O	–
órgano–mineral gallinaza (OMG)	6,7 tm/ha G	6,7 tm/ha G	7 tm/ha G	11,2 tm/ha G	–
	180 UF N	180 UF N	51 UF N	112 UF N	–
	45 UF P_2O_5	45 UF P_2O_5	26 UF P_2O_5	40 UF P_2O_5	–
	45 UF K_2O	45 UF K_2O	114 UF K_2O	192 UF K_2O	–
Orgánico estiércol (OE)	38,2 tm/ha E	38,2 tm/ha E	25,2 tm/ha E	24 tm/ha E	–
Orgánico gallinaza (OG)	13,4 tm/ha G	13,4 tm/ha G	14 tm/ha G	22,4 tm/ha G	–

E: estiércol de ovino; G: gallinaza.

Tabla II. Características físico-químicas del suelo y agua de riego

Parámetro	Valor obtenido
Suelo (0-15 cm)	
Taxonomía	Xerorthent
Textura	Franco-arenosa
pH (H_2O) (1:2,5)	8,0
Caliza (%)	4,4
Materia orgánica (%)	1,25
Nitrógeno orgánico (%)	0,068
Relación C/N	10,6
Fósforo asimilable (Olsen) (ppm)	45,0
Potasio (acetato amónico) (ppm)	273,0
Agua de riego	
Conductividad eléctrica (dS/m)	1,37
Nitratos (mg/l)	96 – 118

Tabla III. Características fisico-químicas de los estiércoles

Parámetro	Estiércol de ovino	Gallinaza
Humedad	5,9 – 10,1	11,5 – 21,3
Materia orgánica (%)	49,7 – 50,7	65,4 – 72,4
Nitrógeno orgánico (% N)	2,15 – 2,37	3,12 – 3,72
Nitrógeno nítrico N-NO_3 (ppm)	226 – 2495	542 – 5012
Nitrógeno amoniacal N-NH_4 (ppm)	152 – 282	165 – 1814
Relación C/N	11,2 – 13,0	9,9 – 11
pH	8,0 – 8,6	7,1 – 7,2
Fósforo (% P_2O_5)	0,83 – 1,17	2,74 – 4,88
Potasio (% K_2O)	1,56 – 3,29	3,12 – 3,20
Magnesio (% MgO)	1,28 – 1,47	1,27 – 1,50

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

Los resultados de producción obtenidos con los distintos cultivos se muestran en la Tabla IV. Puede observarse que en comparación con el testigo (T), en todos los cultivos hubo respuesta a la fertilización, si bien sólo se registraron diferencias significativas en los dos últimos cultivos de la rotación (patata y bróculi). El efecto del tipo de fertilización sobre la producción presentó considerables diferencias entre los cultivos. No obstante, cabe indicar que excepto en el cultivo de alcachofa de segundo año, en el que se obtuvo la producción más baja con la fertilización orgánica, en los restantes cultivos las producciones de la fertilización orgánica fueron similares a las obtenidas con la fertilización mineral, llegando, incluso, a alcanzarse en el ultimo cultivo de patata, tanto en los tratamientos orgánicos como en los órgano-minerales, rendimientos algo superiores a los resultados con el tratamiento mineral.

Tabla IV. Efecto del tipo de fertilización en la producción de cultivos

Tratamiento	Producción (tm/ha)				
	Alcachofa 1	Alcachofa 2	Lechuga	Patata	Bróculi
Testigo (T)	10,9	18,8	27,0	20,9 a	12,3 a
Mineral (M)	13,3	19,6	36,3	28,2 b	15,9 c
órgano-mineral estiércol (OME)	12,9	18,4	37,0	33,3 bc	17,1 de
órgano-mineral gallinaza (OMG)	14,0	19,8	33,6	34,8 c	17,6 e
Orgánico estiércol (OE)	11,8	14,4	32,3	29,8 b	16,6 d
Orgánico gallinaza (OG)	12,9	18,1	36,7	33,5 bc	14,7 b

Tomando como referencia el rendimiento obtenido con la fertilización mineral, los resultados globales de los cinco cultivos realizados en el ensayo indican un aumento medio del 4% con la fertilización órgano-mineral, y una disminución entre el 0 y 4% con la fertilización orgánica. Estos resultados son concordantes con los obtenidos en otros ensayos de cultivos hortícolas con manejo ecológico (POMARES y col., 2000), y también con los citados por Stanhill (1990) en

una revisión bibliográfica con una gama amplia de cultivos; si bien, son bastante discrepantes de los presentados por FINCK (1995), que asignaba a la producción ecológica una disminución en el rendimiento entre el 30 y 50%.

Balance de nutrientes

Los resultados del balance simplificado de nitrógeno (aportaciones-exportación por la cosecha) obtenidos por tratamiento en el conjunto de cultivos de la rotación se muestran en la Tabla V. Se observa que en todos los casos, incluso en el testigo, se obtuvieron excedentes, registrándose los valores más altos en los tratamientos de fertilización orgánica (2167-2854 kg N/ha), frente a 1274 kg N/ha obtenido con la fertilización mineral.

Tabla V. Balance de nitrógeno (kg N/ha) en la rotación de cultivos

Tratamiento	Aportes					
	Abono orgánico	Fertilización mineral	Agua riego	Total aportes	Exportación cosechas	Excedente
Testigo (T)	0	0	367	367	227	140
Mineral (M)	0	1226	367	1593	319	1274
órgano-mineral estiércol (OME)	1383	568	367	2318	327	1991
órgano-mineral gallinaza (OMG)	1060	568	367	1995	353	1642
Orgánico estiércol (OE)	2765	0	367	3132	278	2854
Orgánico gallinaza (OG)	2120	0	367	2487	320	2167

A pesar de que el agua de riego no presenta un nivel muy alto de nitratos, destaca su contribución relativa como fuente de nitrógeno para los cultivos, superando incluso a las exportaciones correspondientes a la cosecha recolectada.

En relación al balance de fósforo obtenido en cada uno de los tipos de fertilización, los resultados se muestran en la Tabla VI. Puede observarse que los excedentes aumentan progresivamente desde el testigo (T) a la fertilización orgánica con gallinaza (OG). Al igual que en el caso del nitrógeno, los excedentes de fósforo resultaron mucho más altos con la fertilización orgánica (942-1609 kg P_2O_5/ha) que con la fertilización mineral (220 kg P_2O_5/ha).

Tabla VI. Balance de fósforo (kg P_2O_5/ha) en la rotación de cultivos

Tratamiento	Aportes					
	Abono orgánico	Fertilización mineral	Agua riego	Total aportes	Exportación cosechas	Excedente
Testigo (T)	0	230	0	230	74	156
Mineral (M)	0	313	0	313	93	220
órgano-mineral estiércol (OME)	518	111	0	629	104	525
órgano-mineral gallinaza (OMG)	861	111	0	972	116	856
Orgánico estiércol (OE)	1036	0	0	1036	94	942
Orgánico gallinaza (OG)	1722	0	0	1722	113	1609

En el caso del potasio, también se obtuvieron excedentes en todos tratamientos aplicados (Tabla VII). Se puede observar que a pesar de que las exportaciones de potasio generadas por la cosecha recolectada son mucho más altas que las del fósforo, se obtuvieron unos excedentes altos, particularmente, en los tratamientos de fertilización orgánica, con valores entre 1558 y 1606 kg K_2O/ha, frente a 602 kg K_2O/ha obtenidos con la fertilización mineral.

Tabla VII. Balance de potasio (kg K_2O/ha) en la rotación de cultivos

Tratamiento	Aportes					
	Abono orgánico	Fertilización mineral	Agua riego	Total aportes	Exportación cosechas	Excedente
Testigo (T)	0	340	45	385	355	30
Mineral (M)	0	1011	45	1056	454	602
órgano-mineral estiércol (OME)	984	461	45	1490	482	1008
órgano-mineral gallinaza (OMG)	990	461	45	1496	478	1018
Orgánico estiércol (OE)	1967	0	45	2012	406	1606
Orgánico gallinaza (OG)	1979	0	45	2024	466	1558

Los resultados del balance de magnesio correspondientes a los distintos tratamientos se muestran en la Tabla VIII. Se constata que la aportación de magnesio derivada del agua de riego es muy alta, siendo muy reducidas las exportaciones generadas por la cosecha de los respectivos cultivos. De ahí que resulten unos excedentes tan altos de magnesio en todos los tratamientos de fertilización, pero, particularmente, en los de fertilización orgánica (1846 y 2515 kg MgO/ha).

Tabla VIII. Balance de magnesio (kg MgO/ha) en la rotación de cultivos

Tratamiento	Aportes					
	Abono orgánico	Fertilización mineral	Agua riego	Total aportes	Exportación cosechas	Excedente
Testigo (T)	0	0	950	950	36	914
Mineral (M)	0	0	950	950	45	905
órgano-mineral estiércol (OME)	802	0	950	1752	48	1704
órgano-mineral gallinaza (OMG)	472	0	950	1422	49	1373
Orgánico estiércol (OE)	1605	0	950	2555	40	2515
Orgánico gallinaza (OG)	944	0	950	1894	48	1846

Balance de materia orgánica

Los resultados del balance de materia orgánica según el modelo lineal propuesto por HENIN y DUPUIS (1945), desglosados por tratamientos y por cultivos se muestran en la Tabla IX. Los valores globales correspondientes a la rotación de cultivos indican considerables diferencias entre los tratamientos: Así, como era previsible, los valores más bajos se obtuvieron con el testigo (T) y con la fertilización mineral (M), dando valores de -183 y 54 kg de MO/ha, respectivamente; en cambio, con la fertilización orgánica a base de estiércol de ovino (OE) o de gallinaza (OG) se obtuvieron los valores más altos, 29156 y 19453 kg de MO/ha, respectivamente.

Tabla IX. Efecto del tipo de fertilización en el balance de materia orgánica

Tratamiento	Balance de humus (kg/ha)					
	Alcachofa 1	Alcachofa 2	Lechuga riego	Patata aportes	Bróculi cosechas	Total
Testigo (T)	- 538	- 128	- 45	- 119	648	- 183
Mineral (M)	- 454	- 66	- 51	- 130	755	54
órgano-mineral estiércol (OME)	3986	4416	3056	2811	963	15232
órgano-mineral gallinaza (OMG)	1466	1939	2223	3506	1048	10183
Orgánico estiércol (OE)	8270	8904	6106	5687	188	29156
Orgánico gallinaza (OG)	3571	4009	4474	7091	308	19453

En cuanto al efecto del cultivo sobre la generación de materia orgánica humificada, se constataron marcadas diferencias entre ellos; así, mientras que con la alcachofa, lechuga y patata la biomasa derivada de los restos del cultivo resultó insuficiente para compensar la materia orgánica mineralizada en el suelo, con el bróculi se obtuvo un balance de humus positivo, a pesar de no haberse añadido enmiendas orgánicas en la fertilización de este cultivo.

La comparación entre el incremento de materia orgánica resultante en el suelo, reflejada por el análisis químico del suelo (Tabla X) y los valores de materia orgánica humificada obtenidos según el modelo teórico se muestra en la Figura 1. Se aprecia que a pesar de no existir coincidencia en términos cuantitativos entre ambos valores, se obtuvo una estrecha correlación entre ellos, registrándose valores de R^2 de 0,960, 0,965 y 0,786 en los tres muestreos del suelo efectuados a lo largo del ensayo.

Tabla X. Efecto del tipo de fertilización en el contenido de materia orgánica en el suelo

Tratamiento	Materia orgánica (%)		
	Muestreo		
	Alcachofa	Patata	Bróculi
Muestras de 0-15 cm			
T	1,57 a	1,46 a	1,48 a
M	1,48 a	1,58 a	1,54 a
OME	1,91 ab	1,92 ab	1,81 a
OMG	1,84 a	1,74 ab	1,85 a
OE	2,45 b	2,40 c	2,44 b
OG	1,99 ab	2,11 bc	1,93 a
Muestras de 15-30 cm			
T	1,02	1,08 a	1,23
M	1,03	1,12 a	1,47
OME	1,11	1,46 ab	1,47
OMG	1,01	1,25 a	1,56
OE	1,16	1,66 b	2,01
OG	1,13	1,32 ab	1,52

La discrepancia de los valores de materia orgánica humificada en el agrosistema según el método de cálculo, cabe atribuirla a diferentes causas: variabilidad del suelo, errores de muestreo y

analíticos, variación del coeficiente de mineralización (K_2) de la materia orgánica del suelo según los aportes de materia orgánica, humificación incompleta de la biomasa del cultivo en las épocas del muestreo del suelo, valores inadecuados de coeficientes de humificación (K_1) de los residuos del cultivo y de las enmiendas orgánicas, etc.

Aunque el modelo utilizado para el cálculo de la materia orgánica humificada es susceptible de mejorarse, a tenor de su facilidad de aplicación consideramos que puede constituir una guía útil para una estimación rápida de la gestión de la materia orgánica en una parcela o explotación agrícola, pudiendo complementarse periódicamente con el correspondiente análisis químico de la tierra.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos cabe concluir que el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de hortícolas, aunque varía según el cultivo, en general, permite obtener rendimientos similares o ligeramente inferiores a los producidos con la fertilización convencional.

Mediante el cálculo de los balances simplificados de nutrientes se constató que la fertilización orgánica dio unos excedentes de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio) mucho más altos que los registrados con la fertilización mineral. Poniéndose de manifiesto el gran interés de contemplar esta metodología como guía en el establecimiento de los programas de fertilización ajustados a las necesidades nutritivas de los cultivos, particularmente durante el período de conversión del sistema de convencional a ecológico.

La fertilización orgánica, bien con estiércol de ovino o gallinaza, produjo un considerable aumento en el nivel de materia orgánica humificada, reflejada tanto mediante el análisis químico del suelo como utilizando el modelo teórico de Henin y Dupuis (1945). Los incrementos de materia orgánica humificada obtenidos mediante estos dos métodos mostraron una estrecha correlación lineal.

REFERENCIAS

FINCK, A. (1995). Integrated Plant Nutrition Systems. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 12, 67-82.

HENIN, S.; DUPUIS, M. (1945). Essai de bilan de la matiére organique du sol. Annales Agronomiques 15, 17-29.

LECLERC, B. (1995). Guide des Matiéres Organiques. ITAB. Paris-premier édition.

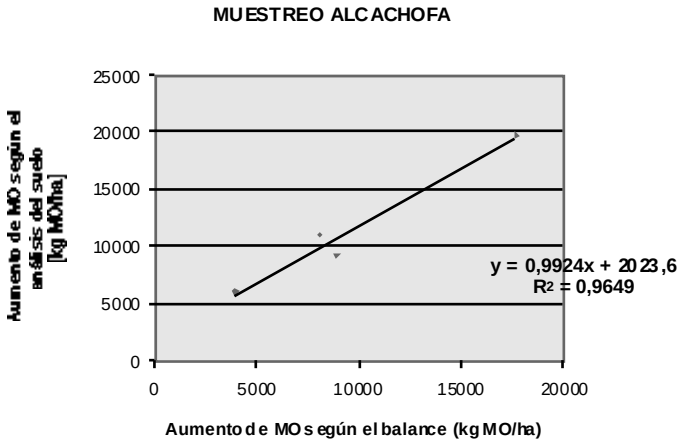
ODET, J. (1989). Memento fertilisation des cultures légumières. CTIFL. Paris.

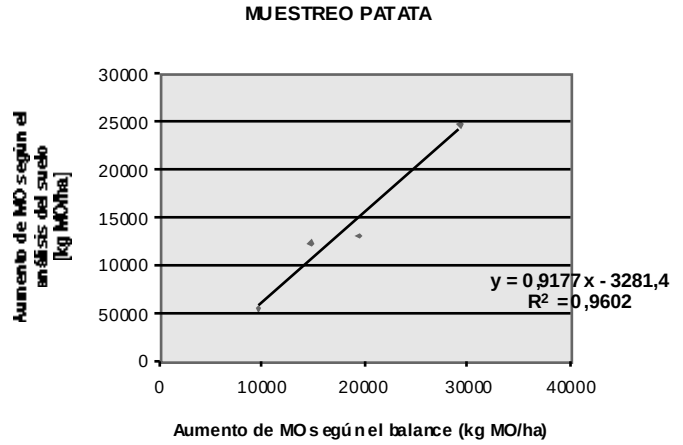
POMARES, F., GARCÍA, A., GÓMEZ, H., BAIXAULI, C., AGUILAR, J. M., PORCUNA, J.L., VERDÚ, M.J., HERMOSO, A. TARAZONA, F., ESTELA, M., CABOT, B., CAMPOS, T., GÓMEZ DE BARREDA, D.; COSCOLLÁ, R. (2000). Evaluación de un sistema de producción ecológica de cultivos hortícolas en Valencia. IV Congreso de la SEAE. Córdoba, 19-23 de septiembre de 2000 (en prensa).

SAÑA, J., MORE, J.C., COHÍ, A. (1996). La Gestión de la Fertilidad de los Suelos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

STANHILL, G. (1990). The comparative productivity of organic agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment, 30: 1-26.

WATSON, C.A.; STOCKDALE, E. (1997). Using nutrient budgets to evaluate the sustainability of farming systems. Newsletter of the European Network for Scientific Research Coordination in Organic Farming. Nº 5: 16-19.





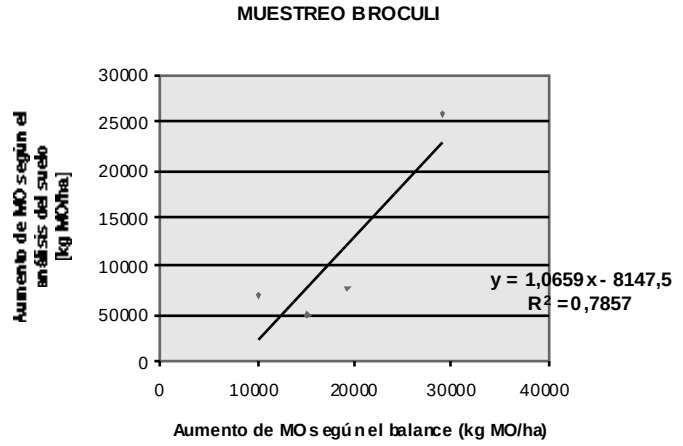


Figura 1. *Relación entre el aumento de materia orgánica del análisis del suelo y del obtenido mediante el balance en los muestreos tras los cultivos de alcachofa, patata y bróculi*

Evaluación de los cambios en el suelo durante tres años de seguimiento bajo cultivo ecológico y convencional de cítricos en la comarca de L'Horta (Valencia)

M. D. SORIANO[1], I. LLORET[1], R. BOLUDA[2]

[1] Departamento de Producción Vegetal. E.U.I.T.A. Universidad Politécnica de Valencia
[2] Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Valencia

RESUMEN

Se realiza el estudio comparativo de suelos y hojas de cultivo de cítricos bajo tratamiento ecológico y convencional durante tres campañas consecutivas correspondiente a los años comprendidos entre 1998-01.

Las variaciones obtenidas respecto al inicio del seguimiento demuestran una mejoría notable respecto a las variables que determinan la fertilidad de los suelos (elevación del contenido de materia orgánica, así como de sus fracciones más evolucionadas, mayor contenido en nutrientes, etc) en los terrenos ecológicos frente a los convencionales.

INTRODUCCIÓN

Tanto el análisis de suelo como el análisis foliar se considera una referencia indispensable para determinar el estado del cultivo, así como los estados carenciales de microelementos. En nuestro estudio tras seleccionar zonas de cultivo de cítricos dedicadas a la agricultura ecológica y convencional en la comarca de L'Horta Sud de Valencia, y tras tres años consecutivos de analizar las propiedades de suelos y hojas de cítricos en sucesivas campañas, se comparan los resultados obtenidos, con el objetivo de analizar la evolución tras la transformación a este tipo de agricultura y considerar aquellas mejorar ocasionadas por el cambio de cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los métodos analíticos empleados han sido los descritos en los Métodos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986).

La determinación gravimétrica del contenido de humedad. La granulometría de las muestras de suelo se determinó mediante la separación de la fracción gruesa de la fina y posterior análisis de ésta última mediante el contador de partículas láser Coulter LS-130.

La densidad aparente de un suelo es la relación que existe entre la masa del sólido y el volumen total ocupado por el sólido y por el espacio poroso. La masa del sólido se determina pesando la muestra a 105º C, y el volumen total se deduce del cilindro utilizado para la toma de muestras. La densidad real de un suelo es la relación que existe entre la masa de las partículas sólidas y el volumen ocupado por las mismas, es decir, se excluye el volumen ocupado por los poros que hay entre las partículas. La masa de las partículas sólidas se determina por pesada y su volumen se calcula a partir de la masa de agua que es desplazada por la muestra de suelo.

El pH se mide en una suspensión suelo: agua en el extracto 1:2,5 con un pH-metro con electrodo de vidrio y calomelanos. La conductividad eléctrica se determina en el extracto 1:5 utilizando una célula conductimétrica y un puente de medida de conductividades eléctricas.

Los carbonatos totales por el calcímetro de Bernard (DUCHAUFOUR, 1965), Determinación del carbonato cálcico activo: Método de Droineu.

El análisis de la materia orgánica se realiza por el método de Walkey y Black (WALKEY y BLACK, 1934). Para la C.I.C. se utilizó el método del Acetato sódico a pH 8.2 y para las bases de cambio el del Acetato amónico a pH 7.0. De esta última solución se determinaron las concentraciones de Na^{+}, K^{+}, Ca^{+2}, Mg^{+2} por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), marca Perkin-Elmer modelo 2280. Para el Nt, se realizó por digestión de la muestra de suelo según el método oficial (Método de Kjeldahl, MAPA 1986). Para la cuantificación de Nt se partió del extracto digerido determinándose el NH_4^{+} por colorimetría con un espectrofotocolorímetro SQ-118, de Merck (Spectroquant 14752; Merck, Darmstadt, R.F.A.) y mediante el análisis del complejo formado tras alcalinizar el extracto a pH 13. El amoniaco reacciona con el Hipoclorito para dar monocloramina, que en una reacción catalizada forma un timol, un indofenol azul (Reacción de Berthelot).

El Fosforo asimilable se determinó mediante extracción con $NaHCO_3$ 0.5 N a pH 8.5 (MAPA, 1986) y formación del complejo de color amarillo anaranjado del ácido molibdovanadatofosfórico, previa desgasificación, con un espectrofotocolorímetro SQ-118, de Merk (Spectroquant 14842; Merck, Darmstadt, R.F.A.).

Medida fotométrica con Spectroquant: El espectro de absorción del producto de reacción se mide generalmente a 400 - 430 nm, por que con ello se alcanza una buena selectividad. Para la mayor parte de los problemas presentados la sensibilidad es suficiente. Para 5 ppm de fósforo la absorción de las muestras en blanco es de aproximadamente el 10 - 15 % de la muestra de medida. El complejo de color se desarrolla inmediatamente después de la adición de reactivo. Y el nitrógeno mineral se determinó mediante la adición de aleación Devarda, recogiéndose el destilado en solución receptora de Acido bórico.

Respecto al fraccionamiento de la materia orgánica y determinación del contenido en ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina método de (LOTTI Y GALOPPINI, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista de la taxonomía de los suelos (FAO-UNESCO, 1988), en las parcelas objeto de estudio se identifican las siguientes unidades de suelo: Calcisoles lúvicos, Luvisoles cálcicos y Fluvisoles calcáreos (RUBIO y col., 1996).

Los Fluvisoles calcáreos son aquellos suelos que se distribuyen por la llanura de inundación del río Turia y los sedimentos fluviales que rodean la zona de marjales. Son suelos que se desa-

rrollan en superficies llanas, con muy poca diferenciación en su perfil, debido a procesos edáficos, aunque presentan una morfología caracterizada por una serie de discontinuidades litológicas, con niveles de gravas rodadas, que reflejan las características de los fluviales sucesivos en el tiempo. Son suelos muy profundos, poco pedregosos en superficie, de textura equilibrada, carbonatados, muy permeables y con muy buena capacidad de uso agrícola. A este tipo de suelos pertenecen las muestras de Eco-3.

Los Calcisoles, caracterizan aquellos suelos cuyo perfil está dominado por la presencia de carbonato cálcico, que se acumula en forma de horizontes cálcicos, petrocálcicos o de caliza pulverulenta. Los Calcisoles lúvicos tienen un horizonte de acumulación de arcilla. Son suelos rojos, poco pedregosos, de textura media a fina, de pH básico, muy carbonatados y de moderada a alta capacidad de intercambio catiónico. Se sitúan en áreas llanas y sus principales nodulaciones derivan de la abundancia de nódulos de carbonato de calcio, de su cementación con la profundidad, y/o de la aparición de costras calizas. A este tipo de suelos pertenecen las muestras tomadas de las parcelas Eco-1 y Eco-2.

Los Luvisoles cálcicos son aquellos suelos con un horizonte de acumulación de arcilla saturado en bases. Estos suelos son mucho menos abundantes que los Calcisoles lúvicos aunque muchas veces la diferenciación entre estas dos unidades es puramente semántica, en el sentido de que los luvisoles cálcicos tienden a que su horizonte argílico sea invadido completamente por el carbonato cálcico. A esta unidad taxonómica pertenecen las muestras de la parcela Eco-4.

La granulometría de las muestras de estudio se expone en la tabla

PUNTO DE MUESTREO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA %
Eco-1	35.98	36.24	27.78	Franco-arcillosa
Eco-2	51.84	26.00	22.16	Franco-arc-arenosa
Eco-3	69.80	18.96	11.24	Franco-arenosa
Eco-4	49.17	27.56	23.27	Franca
Eco-1p	48.00	36.06	18.94	Franca
Eco-2p	44.92	38.58	16.50	Franca
Eco-3p	55.62	24.18	20.20	Franco-arc-arenosa
Eco-4p	37.11	49.14	13.74	Franca

Los valores de pH oscilan entre 8.0, a 7.2 para la ultima campaña, observándose a lo largo del seguimiento una tendencia a la neutralización de la reacción del suelo. Al mismo tiempo que una mayor acidez de los suelos convencionales la cual se asocia a la aplicación de fertilizantes químicos de reacción ácida: Sulfatos, cloruros, mezclas de amoníaco, Superfosfato, Urea, Nitrato amónico, etc.

Los niveles en la conductividad eléctrica de las soluciones de la presente campaña varían entre 0.51 y 0.73 dS/m, este último valor corresponde a la muestra subsuperficial Eco-p3 (tomada a mayor profundidad). Estos niveles varían entre 0.2- 0.3 dS/m respecto a las muestras del año anterior, observándose también un ligero aumento de la salinidad con respecto a los suelos dedicados a la agricultura convencional.

Respecto a los contenidos en nitrógeno en este último año han disminuido entre el 0.08 y el 0.22 % al contrario del incremento positivo obtenido en el primer año de estudio, aunque en general la tendencia tras todo el estudio es un incremento positivo. Posiblemente esto sea atribui-

ble la disminución en el aporte de enmiendas orgánicas, y a las elevadas pérdidas por lavado de los suelos debido a las precipitaciones de este año. Si comparamos los resultados de las parcelas ecológicas con los resultados de las parcelas convencionales también observamos diferencias muy significativas a favor de la agricultura ecológica.

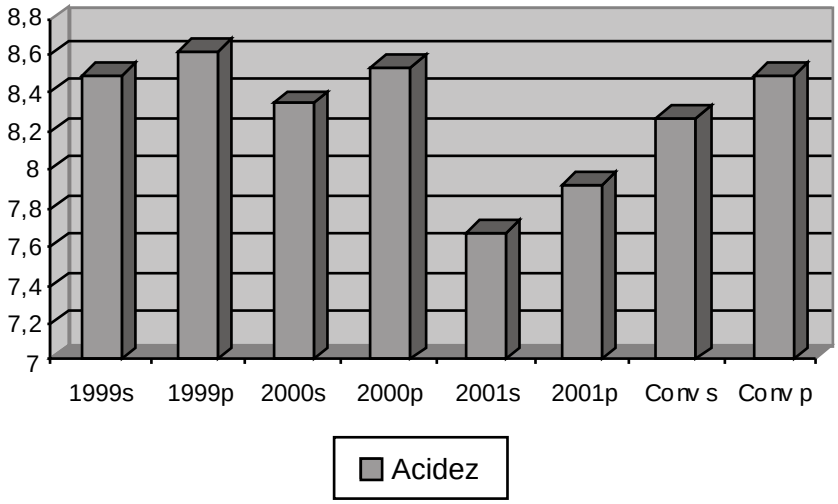


Figura 1. *Evolución del pH en los suelos durante el período del estudio. Comparación con suelos convencionales*

Los valores de carbonato cálcico no han sufrido modificaciones apreciables a lo largo del pe-

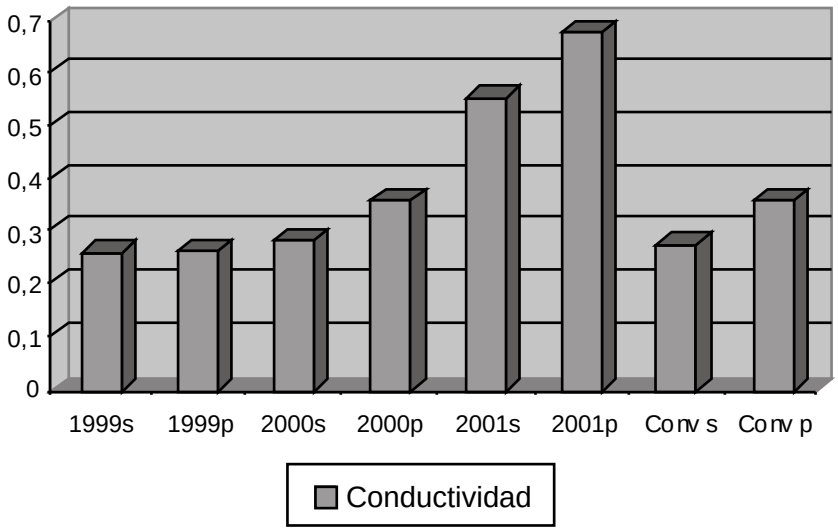


Figura 2. *Evolución de la CE en el extracto 1:5 de los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos convencionales*

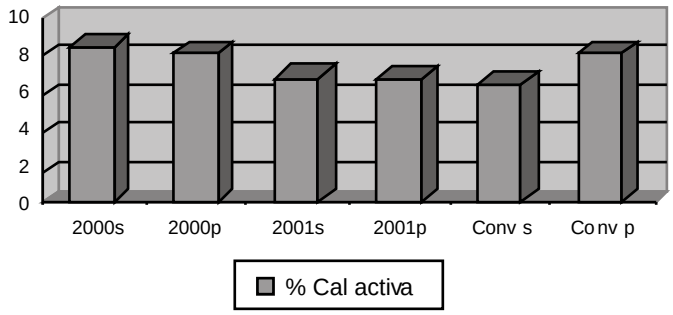


Figura 3. *Evolución de la Caliza activa en los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos convencionales*

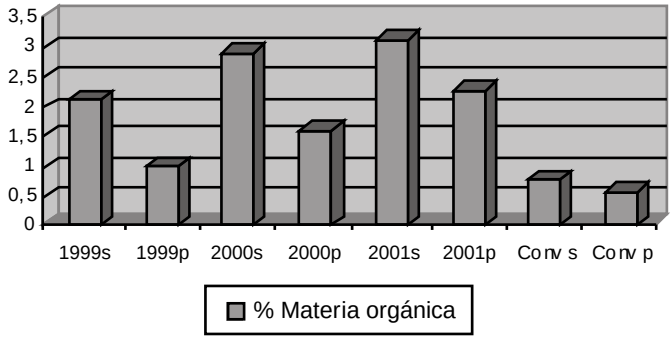


Figura 4. *Evolución del porcentaje de materia orgánica en los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos convencionales*

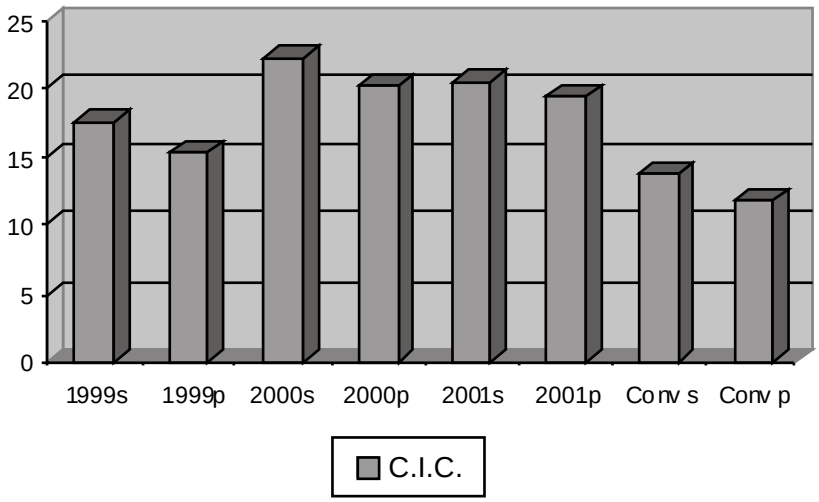


Figura 5. *Evolución de la Capacidad de Intercambio Catiónico cmol (+)/kg en los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos convencionales*

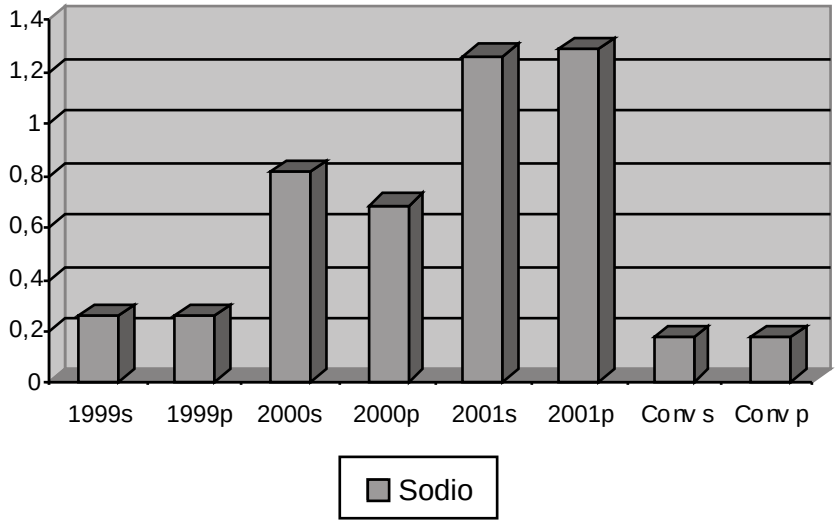


Figura 6. *Evolución del sodio de cambio en los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos*

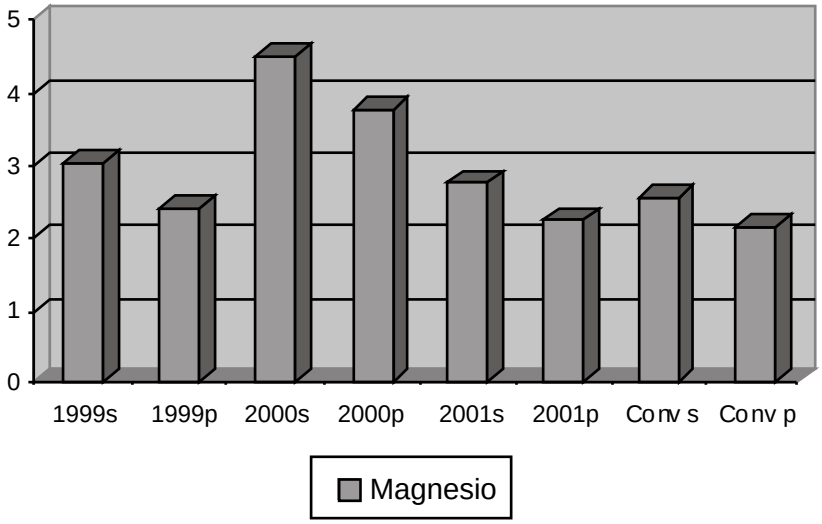


Figura 7. *Evolución del magnesio de cambio en los suelos durante el período de estudio.Comparación con suelos convencionales*

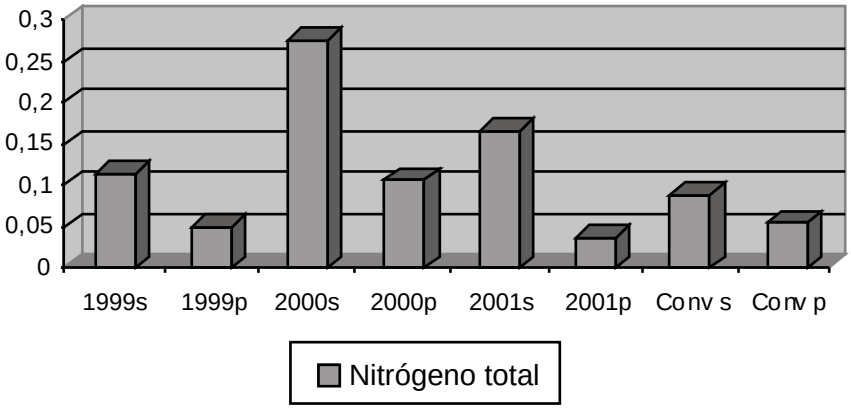


Figura 8. *Evolución del % de nitrógeno total en los suelos durante el período de estudio.Comparación con suelos convencionales*

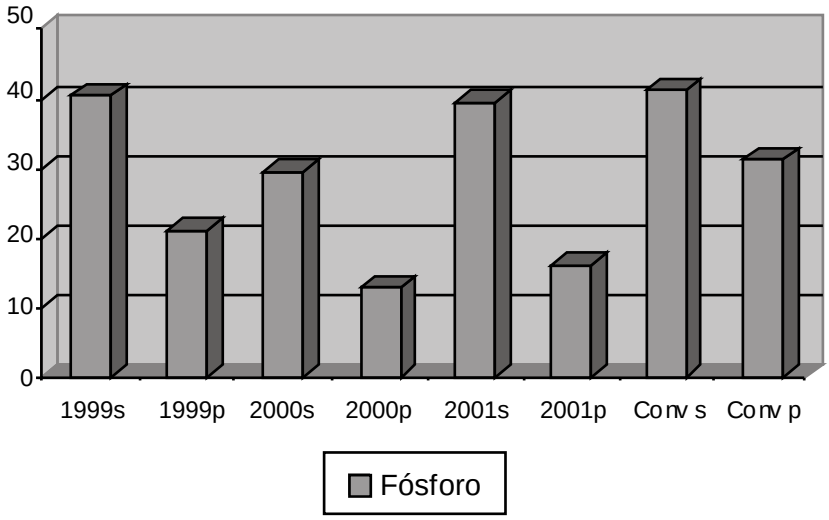


Figura 9. *Evolución del fósforo en los suelos durante el período de estudio. Comparación con suelos convencionales*

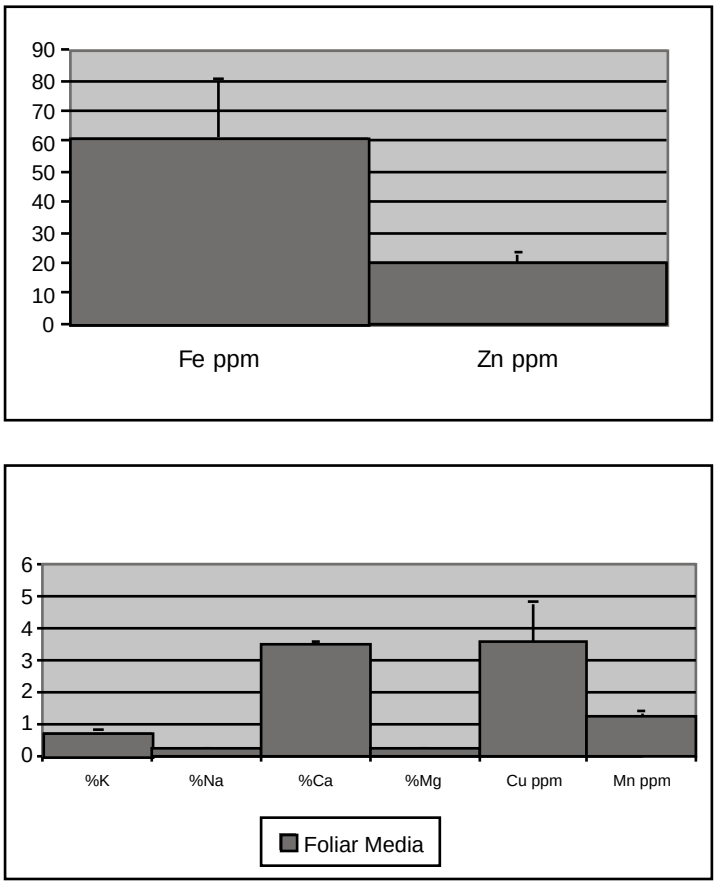


Figura 10. *Valor medio (%K, Na, Ca, Mg y ppm de Cu, Mn, Fe, Zn) y desviación estándar de los diferentes nutrientes en el análisis foliar durante la última campaña*

ríodo de estudio como era de esperar. Comparando los resultados de las parcelas ecológicas con los de las parcelas convencionales vemos como el nivel de carbonatos continúa siendo algo mayor (un 3% de media) en los suelos dedicados a una agricultura convencional.

Los contenidos de materia orgánica en el año actual varían desde el 4.12% de la muestra 1 (tomada en superficie) hasta el 1.45% de materia orgánica de la muestra 3 (de mayor profundidad. Como media, se considera, en general, que el contenido en M.O. de esta campaña es alto. Si comparamos los resultados de la campaña 1998-99 - 2001 con los resultados que obteníamos el año pasado se observa un aumento bastante significativo en los niveles de M.O. con el tiempo, también atribuible a las enmiendas orgánicas que han sufrido las parcelas ecológicas durante el período de estudio. En comparación con las muestras de los terrenos convencionales se ven claras diferencias a favor de los suelos ecológicos (un 1.5% de media).

El contenido en ácidos fúlvicos varía desde 0.83% de la muestra 1 (superficial) a 0.10% de la muestra 4 (más profunda). En ácidos húmicos varían desde 0.32 % de la muestra 4 a 0.01 de la

muestra 1(ambas, muestras superficiales). Con relación a la humina el porcentaje va desde 0.65% de la muestra 4 (en superficie) a 0.04 de la muestra 4 (en profundidad).

En el caso de los contenidos de los ácidos fúlvicos, se observa la misma pauta que en años anteriores, una disminución con la profundidad del suelo, no obteniéndose cambios importantes a lo largo del seguimiento en los últimos años. Si comparamos los resultados con los que obtuvieron en la campaña anterior, se observa un ligero no significativo en cuanto al contenido en carbono orgánico total. No obstante, aunque los cambios no han sido muy apreciables en los últimos años, en el conjunto del estudio se detecta una tendencia al aumento en ácidos fúlvicos, húmicos y humina.

Si se comparan los resultados de las parcelas ecológicas con los niveles de las parcelas convencionales, se observa que, aumenta el contenido en humus (en general) en las parcelas que se han empleado técnica ecológicas.

Contrastando los valores de Pujóla con nuestros resultados se observa un mayor nivel en carbono orgánico total de las parcelas ecológicas con respecto a las convencionales, aunque también denotan una mala evolución, una ralentización, en los procesos de formación del humus.

Si comparamos los resultados de fósforo asimilable obtenidos vemos que ha sufrido variaciones a lo largo del período. El porcentaje total de fósforo presente en el suelo disminuye en la segunda campaña con valores que oscilan entre 32 ppm (Eco-1) y 11 ppm (Eco-4p). Mientras que en la última campaña los valores aumentan entre 48,23 y 12,9 ppm.

Contrastando los resultados de las parcelas ecológicas con los de las parcelas convencionales, observamos que la evolución del fósforo en los suelos ecológicos ha ido disminuyendo en relación al de los suelos convencionales.

Las bases de cambio experimentan una ligera variación en general. El porcentaje de potasio intercambiable se incrementa del 11.61 al 12.8 %. Podemos ver que las parcelas ecológicas gozan de un mayor porcentaje en el suelo de este elemento. El contenido en calcio obtenido en las parcelas estudiadas varía desde 11.71 hasta 15.61 ppm, que corresponden a unos niveles de calcio en el suelo desde altos a muy altos.

El contenido en sodio de los suelos objeto de estudio se puede considerar como normal, los resultados varían desde 1.236 hasta 1.352 ppm, por lo que se ha producido un ligero aumento en los mismos. Su porcentaje en el complejo de cambio oscila entre 6.01 y 7.32%. Por último, el magnesio ha sufrido una ligera disminución, en general, respecto a las del año pasado; con valores que oscilan entre 1.525 (Eco-3p) y 3.341 (Eco-1).

Estudiando los valores obtenidos para las parcelas ecológicas se constata que los niveles de magnesio siguen siendo algo mas elevados que los obtenidos en las parcelas convencionales.

En general se observa un ligero aumento del porcentaje de Potasio intercambiable del suelo con respecto a los resultados de años anteriores. Si se comparan las parcelas ecológicas con las convencionales se ve claramente que las parcelas ecológicas gozan de un mayor porcentaje en el suelo de este elemento.

El contenido de magnesio total varía entre el 4 y el 20%, este contenido varía en función de la textura del suelo, sobretodo por su contenido de arcillas (Domínguez, 1997). Si se observan los resultados de la presente campaña, se comprueba que los valores de magnesio se pueden considerar como niveles. Comparando estos resultados con los de la campaña anterior observamos que los niveles de magnesio han disminuido tanto en las muestras superficiales como en las muestras tomadas a mayor profundidad.

En cuanto a análisis foliar los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y Na) presentan niveles normales, mientras que los micronutrientes dan valores, en general, bajos, incluso llegando a muy bajos en el caso del Cu y el Mn.

CONCLUSIONES

En el estudio comparativo de suelos de cultivo ecológico y convencional realizado durante tres campañas consecutivas correspondiente a los años 1998-01 podemos concluir lo siguiente:

Desde el punto de vista de la taxonomía de los suelos (FAO-UNESCO, 1988), se identifican las siguientes unidades de suelo: Calcisoles lúvicos, Luvisoles cálcicos y Fluvisoles calcáreos los cuales presentan texturas que van de francas a franco arcillosas y con altos contenidos en carbonatos totales.

Los valores de pH indican que se tratan de suelos ligeramente alcalinos, aunque dentro de los valores normales para los suelos de la Comunidad Valenciana. Al comparar los suelos de ambos cultivos se observa una disminución de 0,2 unidades de pH respecto a campañas anteriores, acercándose, con ello, un poco más a la neutralidad. Si comparamos los resultados y evolución de las parcelas ecológicas con las parcelas convencionales más próximas se observa que los terrenos ecológicos continúan siendo más básicos que los convencionales.

Las muestras presentan un ligero aumento de la salinidad con respecto a los suelos dedicados a la agricultura convencional.

Respecto a los contenidos de nitrógeno y materia orgánica observamos una elevación en ambos parámetros, con un aumento significativo respecto a las dos campañas anteriores y con las muestras de los terrenos convencionales se ven claras diferencias a favor de los suelos ecológicos (1.5% de media).

Se revela un aumento muy significativo en cuanto al contenido en carbono orgánico total de las parcelas ecológicas que se eleva en años sucesivos. En el fraccionamiento de la materia orgánica se produce un ligero aumento en ácidos fúlvicos, húmicos y humina.

La mayor parte de los nutrientes han sufrido un incremento positivo a lo largo del período en las parcelas ecológicas, si bien muchos de ellos tienen a disminuir levemente en este último año.

En cuanto a análisis foliar los macronutrientes la tendencia a lo largo del seguimiento es a mantenerse estable sin existir elevadas diferencias.

BIBLIOGRAFÍA

BAIZE, D. (1988). *«Guide des analyser courantes en pédologie». INRA.*

BIOT GIMENO, C. (1998). *«La agricultura ecológica, alternativa para la preservación de la huerta de Valencia». Con - selleria de Agricultura Pesca y Alimentación.* 112 pp.

BONNEAU, M.; SOUCHIER, B. (1987). *«Edafologia. Constituyentes y propiedades del suelo».*

DOMINGUEZ VIVANCOS, A. (1997). *«Tratado de fertilización». 3ª Edición. Editorial Mundi-Prensa.*

DUCHAUFOUR, P. (1965). *«Precís de pedologie». Masson et Cie. París.*

FAO-UNESCO (1988). *«Soil map of de world». Revised legend. 1:5.000.000. Roma.*

GARRIDO VALERO, M. S., (1994). *«Interpretación de análisis de suelos». Hojas divulgadoras Nº 5/93HD. MAPA.* 39 pp.

JACKSON, M. L., (1958). *«Soil Chemical anlysis». Prentice Hall Inc. Englewood Cliff. Londres,* 480 pp.

LABRADOR, J.; GUIBERTEAU A., (1991). *«La Agricultura Ecológica». Hojas divulgadoras nº 11/90 HD. MAPA.* 43 pp.

LEGAZ, F.; SERNA, M. D.; FERRER, P.; CEBOLLA, V.; PRIMO-MILLO, E., (1995). *«Análisis de hojas, suelos y aguas para él diagnostico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras». Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentación- Generalitat Valenciana* 28 pp.

LOTTI, G.; GALOPPINI, C. (1986). *«Análisis químico agrario». Ed. Alambra. Madrid. 352-353 pp.*

MAROTO BORREGO, J.V. (1990). *«Elementos de Horticultura General». Ed. Mundi-Prensa. Madrid.*

MÉTODOS OFICIALES DE ANALISIS DE PLANTAS (1986). *Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Tomo III.*

MÉTODOS OFICIALES DE ANALISIS DE SUELOS (1986). *Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.*

NAVARRO BLAYA, S.; NAVARRO GARCIA, G. (1984). *«Temas de química agrícola. Suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal». Editorial Academia S.L.*

PEACH, M., (1945). *«Determination of exchangeable cations and exchange capacity of soil rapid micromethods utili - zing centrifuge an spectrophotometer». Soil Sci, 59: 25-38.*

POMARES, F.; OLMOS, J. ESTELA, M.; TARAZONA, F. (1994). *«Fertilidad de la tierra y estado nutritivo de cítri - cos en cultivo ecológico». Practicas ecológicas para una agricultura de calidad. I Congreso de la Sociedad Espa - ñola de Agricultura Ecológica. Toledo.*

PORCUNA, J.L.; GIMENO, B.S. (1996). *«Efectos de los contaminantes atmosféricos: interacciones con parásitos». Agrícola Vergel, 174: 382-395.*

PORTA, J.; LOPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO DE LABURU, C. (1994). *«Edafologia para la agricultura y el medio ambiente». Editorial Mundi-Prensa. Madrid.*

RUBIO, SÁNCHEZ, FORTEZA y otros autores (1996). *«Mapas de suelos de la Comunidad Valenciana», Proyecto LUCDEME, Valencia (722). Conselleria de agricultura y medio ambiente.*

SAÑA Y VILASECA, J.; MORE RAMOS, J.C.; COHI RAMON, A. (1996). *«La gestión de la fertilidad de los suelos». Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.*

SORIANO-SOTO, M.D.; PONS, V. (1998). *«Prácticas de Edafología y Climatología». Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.*

SORIANO-SOTO, M.D.; SANCHO, J.; VERDU, A.; GINER, J.; PONS, V. (2001). *«Prácticas de Diagnóstico y Ferti - lidad de Suelos». Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.*

WALKLEY, A; BLACK, J. A. (1934). *«An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter an proposser modification of the chromic acid triation method». Soil Sciencie 37, 29-38.*

Efecto de la cubierta vegetal y la dosificación del estiércol sobre la actividad biológica en suelos citrícolas ecológicos

A. GARMENDIA SALVADOR[1]; J. CRUZ HERNÁNDEZ[1]; C. DIEGO CANDEL;
C. GUERRERO VALDEPEÑAS; M.D. RAIGÓN[1]

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 21. 46010. Valencia. Teléfono: 96 3877347. Fax: 96 3877129.

[1] *e-mail: algarsal@upvnet.upv.es; jacruher@doctor.upv.es; mdraigon@qim.upv.es.*

RESUMEN

La fertilidad del suelo tiene su origen en el equilibrio de la fauna edáfica como método de sostenibilidad de un medio que interviene activamente en el desarrollo vegetativo y en la productividad final de la explotación. Las prácticas de fertilización en agricultura ecológica tienen como principal finalidad el mantenimiento de la fertilidad biológica del suelo como base para proporcionar un medio vivo con una fauna compensada. Entre las prácticas fertilizantes realizadas en citricultura ecológica se encuentran la aplicación de materia orgánica y la realización de cubiertas vegetales que no solo aportan nutrientes, sino que permiten mantener una mayor biodiversidad dentro del entorno agronómico. En este trabajo se pretende estudiar el posible efecto cruzado entre el aporte de materia orgánica (estiércol de oveja compostado) y su dosificación en el tiempo, con la presencia de cubierta vegetal en el suelo sobre la fauna edáfica, así como sobre los niveles de actividad enzimática de un suelo citrícola con un amplio hábito en técnicas ecológicas.

Los resultados indican que el fraccionamiento de la materia orgánica en dos dosis tiene un efecto mejorante sobre la biología del suelo ya que reduce las poblaciones de nematodos parásitos, favorece la colonización micorrízica y aumenta la actividad enzimática del suelo. Destaca la existencia de una relación lineal negativa entre el nivel de micorrizas y de los nemátodos, y positiva entre los nemátodos fitoparásitos del suelo y el número de esporas.

Palabras clave: cubierta vegetal, actividad enzimática, suelo, microfauna, cítricos, dosificación, materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica se desarrolla en el marco de una agricultura sostenible (BAARS, 1998), es decir, como una solución técnica a los problemas planteados por la agricultura convencional, ya que persigue una satisfactoria gestión de los recursos que cubra unas necesidades

humanas cambiantes, a la vez que se conserva el medio ambiente. De forma particular, todavía es insuficiente el conocimiento sobre los procesos y la dinámica ecológica del suelo. El suelo es el fundamento de toda la productividad en agricultura y de aquí su importancia en el estudio de índices sobre la sostenibilidad de este sector.

Con el tiempo, los organismos de un ecosistema modifican el medio ambiente (cambiando la cantidad de los recursos, provocando cambios en el reparto de éstos, etc.), abriendo nuevos nichos para los organismos que van llagando al sistema. El cambio direccional de una comunidad se produce después de que ocurra alguna perturbación en el sistema agrícola (PFIFFNER y NIGGLI, 1996). Las medidas de biodiversidad de un suelo, a través de las especies que crean determinadas competencias, pueden contribuir a formar parte de los indicativos para distinguir y clasificar los procesos y manejos agronómicos.

En los suelos de sistemas ecológicos los efectos del aporte de materia orgánica a largo plazo repercuten en una mejora de la calidad de los suelos, aumentando la reserva de nutrientes y carbono, la actividad biológica (FLIEBACH y MÄDER, 2000) y mejorando la disponibilidad de agua a la planta. No obstante, los mayores beneficios derivados del estudio de la calidad del suelo se comprenden al analizar las interrelaciones entre las distintas funciones que se producen en este medio (DAVID, 1997). En cítricos cultivados orgánicamente, en general, los niveles de nutrientes en el suelo son adecuados y están relacionados con una alta actividad enzimática. Esta actividad enzimática se relaciona linealmente con la biomasa microbiana en el suelo (POMARES y col., 1994; ALBIACH y col., 1999).

Entre los microorganismos del suelo destacan los hongos, los nemátodos y las bacterias. Cuando mueren estos microorganismos y se descomponen, sus elementos pasan al suelo, provocando un reservorio de nutrientes. Por otra parte, cada uno de estos grupos de organismos contiene especies beneficiosas y perjudiciales para los cultivos, por lo que la comunidad de seres edáficos que se instale en un cultivo va a condicionar las características de éste. Así, los hongos, especialmente del género *Glomus* pueden formar micorrizas con los cítricos, que favorecen captación de agua y la movilización y absorción de nutrientes, sobre todo fósforo, nitrógeno y microelementos (OLIVARES y BAREA, 1991; TRAPPE, 1981). Las micorrizas, además, controlan el acceso a las raíces de organismos patógenos como otros hongos, nematodos fitoparásitos y bacterias patógenas por lo que una correcta actividad micorrícica no sólo ahorra en abonos sino que favorece la salud del cultivo (GRAHAM, 1986; SCHENCK, 1981; DIEGO CANDEL, 2001).

Los nematodos son animales que desde un punto de vista trófico se pueden clasificar en fitoparásitos, saprófagos, omnívoros, depredadores y zooparásitos. Morfológicamente se diferencian estos grupos por la forma del esófago (LACASA CAMPOS, 2000). Los nematodos fitoparásitos provocan un debilitamiento del estado nutricional de las plantas y aumenta la incidencia de enfermedades producidas por hongos y bacterias (FRECKMAN y CASWELL, 1985) ocasionan en España unas pérdidas del 11% de la producción hortícola según estimaciones de Bello y col. (1996) lo que es equivalente a unos 421 millones de euros anuales. Sin embargo, los nematodos depredadores eliminan gran cantidad de bacterias y hongos patógenos del suelo, por lo que es interesante mantener un equilibrio entre las distintas especies.

En muchos casos se ha demostrado que la existencia de micorrizas en *Citrus* inhibe la entrada de nematodos fitoparásitos en las raíces y viceversa (ABAD y col., 1997; INGHAM, 1988; LINDERMAN, 1994).

La descomposición del estiércol aportado como fertilizante en el suelo, se produce a una velocidad media, incorporándose progresivamente al suelo sus nutrientes (FUENTES YAGÜE,

1993). Además de mejorar el suelo, controla la severidad de los patógenos (LACASA CAMPOS, 2000) y la actividad de los microorganismos benéficos. La adición de residuos vegetales o estiércoles y el manejo orgánico de suelos incrementan significativamente la cantidad de biomasa microbiana y la actividad biológica (CARPENTER y col., 2000).

La composición química de los abonos orgánicos, así como el aporte de nutrientes a los cultivos y sus efectos en el suelo, varían según sus características y origen (ABAWI y THURSTON, 1994). Al respecto Romero y col. (2000) indican que la biomasa microbiana aumenta con la aplicación gradual de N proveniente de fuentes orgánicas. Por su parte, Kahiluoto y col. (1999) afirman que la reducción del abonado mejora la actividad de los hongos micorrízicos, aunque avisan que la incorporación de materia orgánica fresca, sin compostar previamente, puede inhibir la colonización micorrízica.

Las prácticas de fertilización en agricultura tienen que conseguir mantener la fauna edáfica, conservar los recursos que proporciona el medio, así como proteger de posibles desequilibrios tanto nutricionales como biológicos. Por ello, el principal objetivo de este trabajo es determinar el efecto sobre los microorganismos del suelo de dos técnicas fertilizantes ampliamente utilizadas en citricultura ecológica, como son la aplicación de estiércol y el mantenimiento de la cobertura vegetal, estudiando los posibles efectos cruzados sobre la fauna edáfica de la dosificación en el aporte de la materia orgánica, así como de la cubierta vegetal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron sobre una parcela de naranjos de la variedad Navelina Newhall, con patrón Mandarino Cleopatra de una edad de 20 años, situada en Alzira, partida de Materna (Valencia). Sobre esta parcela se practican técnicas de agricultura ecológica desde 1994.

El diseño y distribución de la parcela se realiza dividiendo de forma homogénea la superficie del terreno en cuatro subparcelas, cada una de ellas de características y condiciones semejantes. La dosis fertilizante que recibe cada subparcela es de 12.000 $kg \cdot ha^{-1}$ en forma de estiércol de oveja compostado, procedente de granjas extensivas y 6.000 $kg \cdot ha^{-1}$ de estiércol de oveja compostado, comercializado en sacos, que posee una composición más homogénea y completa. En dos de las parcelas (A y B) en febrero se realiza un aporte de 2/3 de la dosis (12.000 $kg \cdot ha^{-1}$) y en septiembre 1/3 restante (6.000 $kg \cdot ha^{-1}$). En las otras dos parcelas (C y D) se aplican los 18.000 $kg \cdot ha^{-1}$ de estiércol en febrero. El estiércol aplicado se distribuye homogéneamente sobre la superficie del terreno.

Para comprobar el efecto de la cobertura vegetal se utiliza una cubierta vegetal a modo de abono verde compuesta de alfalfa (*Medicago sativa* L.), trévol morado (*Trifolium pratense* L.), veza (*Vicia sativa* L.), ray-grass (*Lolium multiflorum* Lam.) y cebada (*Avena sativa* L.), y las hierbas adventicias de crecimiento invernal en las parcelas A y C, mientras que en las parcelas B y D se elimina la cubierta vegetal con motocultor, lo que produce, además el enterrado del estiércol.

Para medir la actividad enzimática se tomaron 3 muestras de suelo de cada parcela en los espacios entre los árboles, a una profundidad de 10 y 20 cm, la metodología empleada es la de la fosfatasa alcalina (TABATABAI y BREMNER, 1969). Este análisis es una buena esti-

mación de la masa total microbiana del suelo. Este factor es de interés, pues permite tener un conocimiento aproximado de la capacidad del suelo para la retención y transformación de los nutrientes y la energía por los microorganismos. Los resultados se expresan en mg p- nitrofenol g suelo^{-1} h^{-1}.

Para determinar la actividad micorrícica y de nematodos en las raíces se extrajeron dos muestras de rizosfera (raíces y el suelo de alrededor de las raíces), en dos árboles diferentes de cada parcela, a una profundidad de entre 10 y 30 cm. Cada una de estas muestras se tamizó (2 mm) para extraer las raíces que se utilizaron para medir la cantidad de micorrizas y de nemátodos parásitos (*Tylenchulus semipenetrans*). El suelo extraído en el tamizado se utilizó para la extracción de esporas y de nematodos.

Para la extracción de los nematodos del suelo se utilizaron 100 g de suelo y la limpieza de las muestras se realizó con el embudo de Baermann (S'Jacob y Van Bezooijen, 1971). Para el recuento se realizaron tres transectos en una placa petri graduada (aproximadamente el 10% de su superficie) con el microscopio a 40 aumentos. En el recuento se separaron los nematodos fitoparásitos (principalmente *Meloidogyne spp.*) del resto utilizando el estilete del esófago como rango diferenciador. Las hembras de *Tylenchulus semipenetrans* están fijadas a las raíces por lo que para cuantificarlas se han teñido con fucsina ácida al 0.1% en lactofenol (glicerina 40%, fenol 20% y ácido láctico 20%) hirviendo durante 3 minutos y destiñendo luego con lactofenol hirviendo durante otros 3 minutos. Se cuantifican con la lupa a 40 aumentos, 25 cm lineares de raíces de cada muestra.

Para la cuantificación de micorrizas se ha calculado el porcentaje de infección en las raíces (Phyllips y Hayman 1970) y la cantidad de esporas presentes en el suelo.

Para la extracción de esporas se utilizaron 100 g de suelo de cada muestra por el método de decantación y tamizado (GERDEMANN y NICHOLSON, 1963).

Los datos obtenidos se han analizado por comparación de medias por el método de la t de student y comparaciones entre grupos mediante el método de menor diferencia significativa (LSD) y análisis de la varianza (ANOVA). Para comprobar las relaciones entre las diferentes variables se han utilizado regresiones lineales y polinómicas. Para todos los análisis se ha utilizado «Statgraphics plus for Windows».

RESULTADOS

Se observa que la aplicación fraccionada del estiércol tiene un efecto muy significativo sobre las poblaciones de nematodos y la colonización de las raíces por parte de los hongos micorrízicos.

Los nemátodos fitoparásitos del suelo (principalmente *Meloidogyne spp.*), se ven claramente reducidas al aplicar el estiércol en dos dosis, en lugar de en una única aplicación (t de student, $p<0.05$) como se observa en la figura 1. También son significativas las diferencias (t de student, $p<0.05$), tanto en la cantidad encontrada, como en la frecuencia, de hembras de *Tylenchulus semipenetrans* en las raíces, siendo mucho menos abundantes con la aplicación fraccionada del estiércol (figura 2). Sin embargo, la colonización micorrízica se ve significativamente (t de student, $p<0.05$) favorecida por la dosificación fraccionada del estiércol (figura 3).

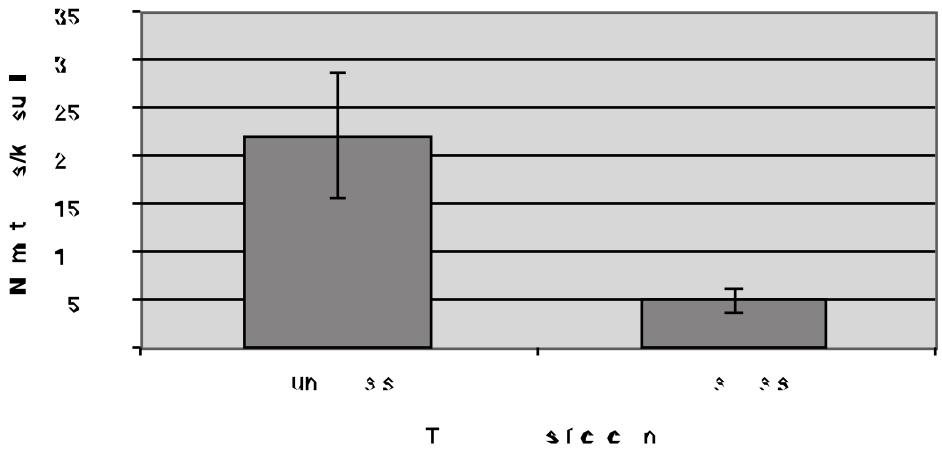


Figura 1: *Efecto de la dosificación del estiércol sobre las poblaciones de nemátodos fitófagos en el suelo (nemátodos/kg de suelo). Intervalos LSD al 95%*

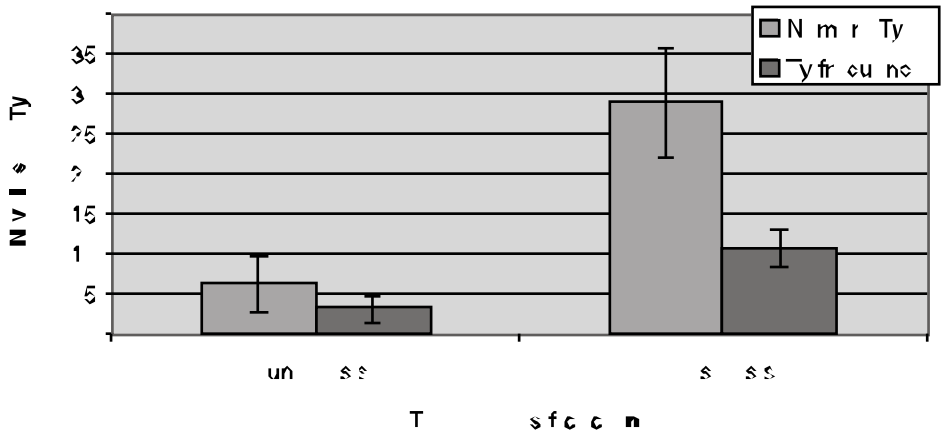


Figura 2: *Efecto de la dosificación del estiércol sobre las poblaciones de* Tylenchulus semipenetrans *(Ty) en las raíces (número de individuos y frecuencia en 25 cm de raíz). Intervalos LSD al 95%*

Al mantener las poblaciones de nematodos no parásitos se mantiene un equilibrio en el suelo, que previene la entrada de nuevas especies. Esto es comparable a una biofumigación leve, pero continuada, por lo que su efecto sería más permanente. La biofumigación es la producción de sustancias tóxicas (en este caso para los nemátodos parásitos y no para las micorrizas) en la descomposición de la materia orgánica. Esto se corrobora por los resultados encontrados de actividad enzimática, ya que los valores obtenidos a través de la determinación de la fosfatasa alcalina, independientemente del tratamiento son muy similares a los obtenidos por Mäder y col. (2002) al estudiar el efecto de la biodiversidad en suelos orgánicos europeos. Se han encontrado diferencias

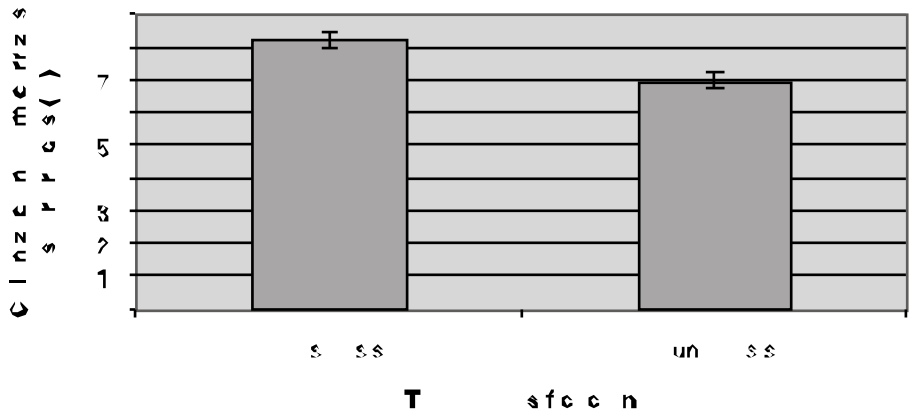


Figura 3: *Efecto de la dosificación del estiércol sobre el nivel de colonización micorrízica en raíces. Intervalos LSD al 95%*

significativas (t de student, $p<0.05$) en la actividad enzimática según el estiércol se aplique en una o dos dosis, siendo la actividad biológica significativamente superior cuando se realiza la aplicación fraccionada (figura 4). También se ha encontrado mayor actividad enzimática en las parcelas con cubierta vegetal (t de student, $p<0.05$) como se observa en la figura 5.

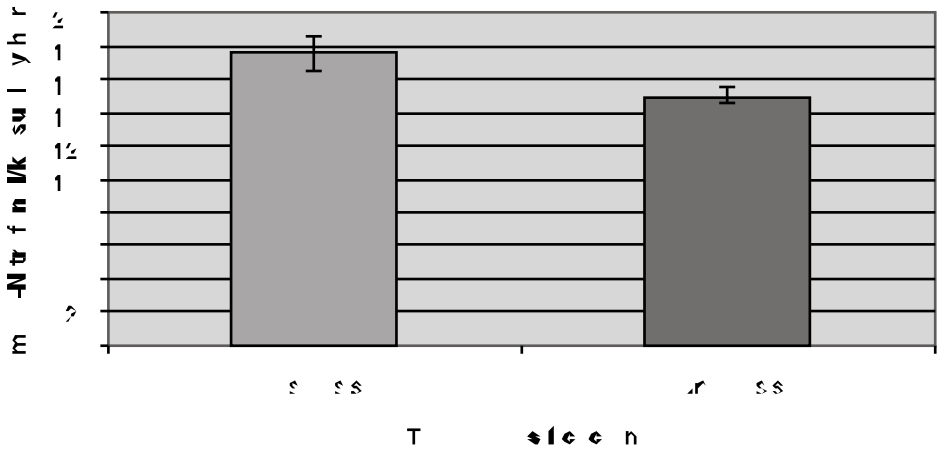


Figura 4: *Efecto de la dosificación del estiércol sobre la actividad enzimática del suelo (fosfatasa alcalina). Intervalos LSD al 95%*

Al analizar los niveles de actividad enzimática en función de los tratamientos, se observan valores significativamente superiores (LSD, $p<0.05$) en el caso de dosificar la materia orgánica y

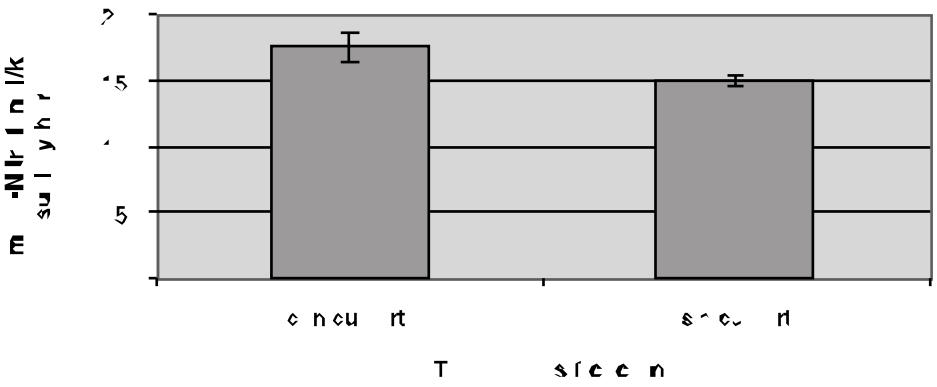


Figura 5: *Efecto de la cubierta vegetal sobre la actividad enzimática del suelo (fosfatasa alcalina). Intervalos LSD al 95%.*

presentar cubierta vegetal (parcela A). Los enzimas están asociados con la actividad microbiológica del suelo, incrementada ésta con el hecho de poseer mayor nivel de materia orgánica, bien procedente del estiércol o bien como consecuencia de las cubiertas vegetales, resultados concluyentes con los que han obtenido otros autores (VANCE y ENTRY, 2000) en estudios de reforestación de suelos. Para esta misma parcela, también se han obtenido un menor número de esporas, siendo las diferencias significativas (LSD, $p<0.05$).

En cuanto al nivel de nematodos saprofitos (no parásitos), éstos son menores (t de student, $p<0.05$), cuando se aplica la materia orgánica en una sólo dosis, pero con el efecto de presentar cubierta vegetal (parcela C).

Por último se han encontrado relaciones bastante consistentes (figura 6) entre las distintas variables analizadas.

La actividad enzimática (AE) del suelo se relaciona de forma polinomial con la frecuencia de *Tylenchulus semipenetrans* (FT) en las raíces según la formula: $FT = 1112.56-12.67\,AE + 0.035\,AE^2$ ($p<0.002$). Además, se relaciona de forma lineal ($p<0.06$) con la cantidad de esporas del suelo (ES): $ES = 66.84 – 0.30\,AE$. Sin embargo, no se encuentra ninguna relación entre la cantidad de esporas en el suelo y la colonización micorrízica en las raíces.

La cantidad de esporas se relaciona positivamente con la cantidad de nemátodos fitoparásitos (principalmente *Meloidogyne spp.*) en el suelo (FP) de forma linear bastante consistente ($p=0.06$): $FP= -7294.18 + 1202.95\,ES$.

La colonización micorrízica (MI) inhibe de forma significativa ($p<0.07$) la presencia de nemátodos, tanto FT, como FP y los nemátodos totales en el suelo (NT): $FT = 46.09 – 0.51\,MI$; $FP = 98165.5 – 1107.57MI$; $NT = 115292.0 – 1146.15\,MI$. Esta relación ya ha sido puesta de manifiesto por diversos autores (DIEGO CANDEL, 2001; ABAD y col., 1997; LINDERMAN, 1994; INGHAM, 1988; GRAHAM, 1986; SCHENCK, 1981).

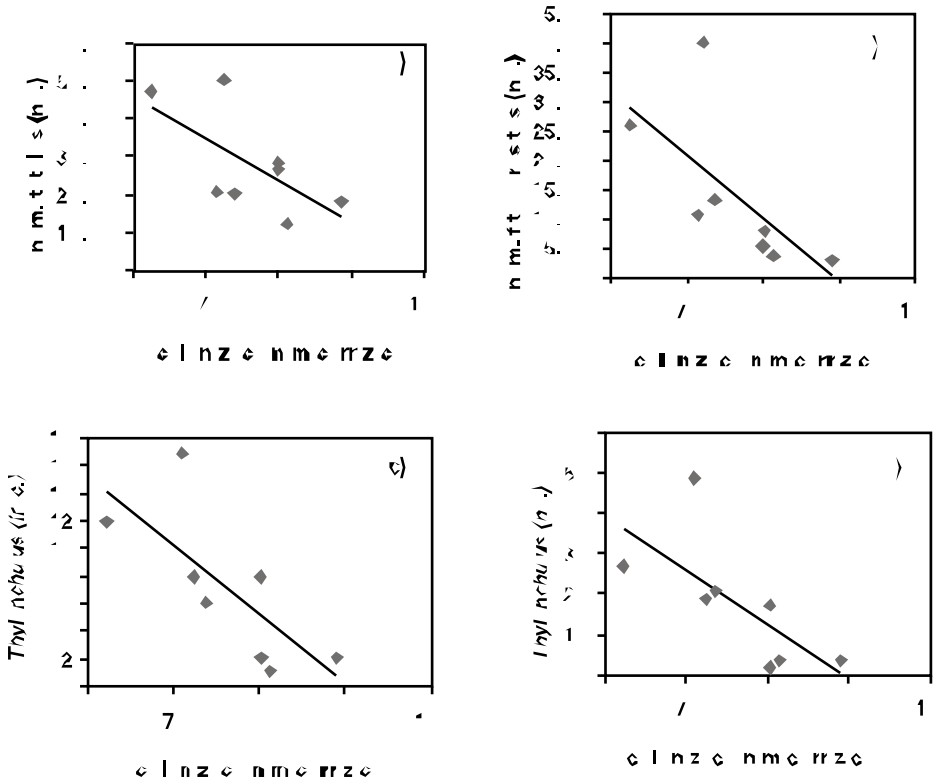


Figura 6. *Relación entre colonización micorrízica con nemátodos totales (a), nemátodos fitoparásitos (b), frecuencia (c) y número (d) de nemátodos* Tylenchulus semipenetrans

CONCLUSIONES

La aplicación de estiércol en dos dosis tiene unos efectos muy favorables para el equilibrio del suelo y por tanto para su calidad, reduciendo las poblaciones de nemátodos parásitos, tanto los parásitos libres (principalmente *Meloidogyne spp.*), como las hembras de *Tylenchulus semi - penetrans* en las raíces. Además, favorece la colonización de las raíces con hongos micorrízicos.

Este efecto es tanto o más beneficioso al tener en cuenta que no está afectando al resto de nematodos del suelo, por lo que no favorece la posterior explosión demográfica, como ocurre con otros métodos como la esterilización. Las parcelas con el estiércol dosificado en dos fechas tienen mayor actividad enzimática, menor cantidad de nemátodos parásitos en el suelo y en las raíces y mayor cantidad de micorrizas.

La actividad enzimática también aumenta con la cubierta vegetal, aunque este aumento parece que no se refleja en las poblaciones de nemátodos ni de micorrizas.

Existe una relación lineal negativa muy marcada entre la colonización micorrízica y la presencia de nemátodos parásitos tanto en las raíces como en el suelo y la presencia de nemátodos totales en el suelo. La relación lineal positiva entre los nemátodos fitoparásitos del suelo y el nú-

mero de esporas se podría explicar cómo un efecto de acumulación de esporas micorrízicas en la rizosfera de los naranjos que tienen inhibida la colonización por micorrizas. En las parcelas donde más germinan las esporas, se acumularían menos, pudiendo aparecer en mayor cantidad.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD, P.; DE SOUZA, P.V.D.; JUAN, M.; ALMELA, V.; AGUSTÍ, M.; GARCÍA, A. (1997) La desinfección del suelo en las plantaciones de cítricos y su interacción con hongos endomicorrícicos. Influencia sobre la población del nematodo *Tylenchulus semipenetrans*. Actas de Horticultura Vol. 18 – II Congreso Iberoamericano y III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Portugal.

ABAWI, G. S.; THURSTON, H. T. (1994) Efecto de coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertera sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales. Ed. CATIT-CIIFAD. NY. 97-108 pp.

ALBIACH, R.; CANET, R.; POMARES, F.; INGELMO, F. (1999) Structure, organic components and biological activity in Citrus soils under organic and conventional management. Agrochimica Vol XLIII nº5-6: 235-241.

BAARS, T. (1998) Modern solutions for mixed systems in organic farming. Mixed farming systems in Europe, Workshop Proceedings, Dronten, The Netherlands, 23-30 pp.

BELLO, A.; ESCUER, M.; PASTRANA, M.A. (1996) Nematodos fitoparásitos y su control en ambientes mediterráneos. Departamento de agroecología, Centro de CC. Medioambientales.

CARPENTER, B. L.; KENNEDY, A. C.; REGANOLT, J. P. (2000) Organic and biodynamic management: effects on soil biology. Soil Science Society of American Journal, 64: 1651-1659.

DAVID, C. (1997) Nitrogen management in organic farming, Nutrient requirement and fertilization efficiency of winter wheat. 11th World Fertilizer Congress of CIEC Fertilization.

DIEGO CANDEL, C. (2001). Fongs micorízics al terme de Catarroja. Col·lecció Joseph Servés, de documentació i recerca. Ajuntament de Catarroja.

FLIE_BACH, A.; MÄDER, P. (2000) Microbial biomass and size-density separates in soils of organic and conventional agricultural systems. Soil-biol-biochem, 32: 757-768.

FRECKMAN, D.W.; CASWELL, E.P. (1985). The ecology of nematodes in agroecosystem. Ann. Rev. Phytopathology, 23: *275-296*.

FUENTES YAGÜE, J. L. (1999) Manual práctico sobre utilización del suelo y fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa.

GERDEMANN, J. W.; NICHOLSON, H.T. (1963). Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting method. Transactions of the British mycological Society 46:235-244.

GRAHAM, J.H. (1986) Citrus mycorrhizae: potential benefits and interaction with pathogens. Hort. Science, 21:1302-1306.

INGHAM, R.E. (1988) Interactions between nematodes and VA mycorrhizae. Agric. Ecosystems Environ., 24:169-182.

KAHILUOTO, H. ; VESTBERG, M.; OLESEN, J. E. ; ELTUN, R. ; GOLDING, M.J. ; JENSEN, E. S.; KOPKE, U. (1999) Impact of cropping system on mycorrhiza. CAB Abstracts 2000/08-2002/04.

LACASA CAMPOS, C. (2000) Efecto de la biofumigación sobre nematodos en cultivos hortícolas. Trabajo Final de Carrera, E.U.I.T.Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia.

LINDERMAN, R.G. (1994) Role of VAM fungi in biocontrol. En: *Pfleger, F.L. y Linderman*, R. G.(eds) Mycorrhizae and Plant Health. APS, St Paul, Mn. EEUU. 1-5 pp.

MÄDER, P.; FLIE_BACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. (2002) Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296: 1694-1697.

OLIVARES, J.; BAREA, J. M. (1991) Fijación y movilización biológica de nutrientes. Vol. II. Fijación de N y Micorrizas. CSIC, Madrid.

PHILLIPS, J. M.; HAIMAN, D. S. (1970) Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. mycol. Soc., 55: 158-161.

PFIFFNER, L.; NIGGLI, U. (1996). Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. Biol. Agric. Hortic. 12, 353-364 pp.

POMARES, F.; OLMOS, J.; ESTELA, M.; TARAZONA, F. (1994). Fertilidad de la tierra y estado nutritivo de cítricos en cultivo ecológico. Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Toledo, Spain.

ROMERO, L. M.R.; TRINIDAD, S. A.; GARCÍA E. R.; FERRERA, C. R. (2000) Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. *Agrociencia 34:261-269*

Actividad biológica de suelos en reconversión a la agricultura ecológica

SEBASTIANA MELERO SÁNCHEZ; JUAN F. HERENCIA GALÁN; JOSÉ A.O RUIZ DORADO; JUAN C. RUIZ PORRAS[1]

[1] CIFA «Las Torres-Tomejil». Centro de Investigación y Formación Agraria «Las Torres–Tomejil». Apartado de correos oficial. 41200 Alcalá del Río (Sevilla). Teléfono: 955 045517; Fax: 955 045625 ; ce: cifatorr@cap.junta-andalucia.es

RESUMEN

El presente estudio refleja los resultados obtenidos durante el primer ciclo de cultivo en reconversión hacia la agricultura ecológica, de una parcela de experimentación situada en el Centro de Investigación y Formación Agraria «Las Torres-Tomejil» (Sevilla).

En esta parcela se ha estudiado las actividades enzimáticas (proteasa, ureasa, fosfatasa alcalina y β-glucosidasa), carbono y nitrógeno de la biomasa, respiración del suelo, pH y conductividad eléctrica así como el contenido en materia orgánica del suelo con nutrición diferenciada: mineral versus dos tipos de nutrición orgánica (compost vegetal y estiércol).

Los resultados obtenidos reflejan que existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos minerales y orgánicos en la actividad fosfatasa alcalina, carbono y nitrógeno de la biomasa, al comienzo del cultivo; al final del cultivo solo lo son entre el estiércol y el tratamiento mineral respecto a la actividad fosfatasa alcalina, β-glucosidasa y carbono de la biomasa.

Palabras claves: Agricultura ecológica, Biomasa microbiana, Proteasa, Fosfatasa, Ureasa, Materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas convencionales no facilitan el aumento ni incluso el mantenimiento de los niveles de materia orgánica del suelo. Ello nos lleva a formular propuestas distintas que ayuden a favorecer la fertilidad natural del suelo con la mejora de sus condiciones físico-químico y biológicas.

La adición de residuos orgánicos favorece el aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo (BOYLE y PAUL, 1989) y promueve la actividad enzimática y microbiana del mismo (BALASUBRAMANIAN y col., 1972; ZANTUA y BREMNER, 1976; HERRERO y col., 1998).

Los cambios cuantitativos de la materia orgánica total como respuesta a la alteración de las prácticas agrícolas se producen muy lentamente y a menudo no se reflejan durante años en el

análisis del nitrógeno y carbono orgánico totales del suelo; sin embargo, la biomasa microbiana varía con más rapidez y su aumento o disminución proporcionan un índice temprano de los cambios que se producen en el suelo (POWLSON, 1987; GREGO y col., 1993).

La biomasa microbiana nos da información sobre las dimensiones de esa biomasa pero no de su actividad metabólica, siendo la respiración del suelo (producción de CO_2) una medida de dicha actividad (NANNIPIERI y col., 1990).

Es también de interés el estudio de la actividad biológica por su alta relación con los ciclos de los nutrientes y por tanto las actividades enzimáticas son parámetros que evalúan a corto y largo plazo los efectos de los diferentes manejos agrícolas y con ello la fertilidad del suelo.

Nuestro estudio trata de ver las diferencias en un cultivo de patata (variedad Espunta) en tres tratamientos: uno mineral y dos orgánicos de los que uno se abona con compost vegetal y otro con estiércol. Se estudiaron las actividades enzimáticas (proteasa, ureasa, fosfatasa alcalina, β-glucosidasa), carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana, respiración del suelo, pH, conductividad eléctrica y materia orgánica del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo en la estación experimental del CIFA «Las Torres» Alcalá del Río, Sevilla (37,5 NL). El suelo es un típico Xerofluvent, franco limoso, pH 8.1, y una conductividad eléctrica de 0,13 dS/m (extracto 1:2,5), con una permeabilidad moderadamente baja de 2×10^{-4} cm/s, una capacidad de retención de agua de 220 mm en los primeros 100 cm del perfil del suelo.

Los tratamientos realizados se muestran en la Tabla I; las características del compost vegetal y estiércol con los cuales se abonó, en la Tabla II.

El diseño de la parcela ha sido de bloques al azar, parcelas de 10 m x 20 m y tres tratamientos (mineral, orgánico con compost vegetal y orgánico con estiércol), cuatro repeticiones en cada uno de los dos tratamientos orgánicos y ocho repeticiones en el tratamiento mineral, pues está previsto un tratamiento adicional en los años venideros. Las parcelas orgánicas fueron manejadas mediante técnicas de agricultura ecológica y la parcela mineral fue abonada con fertilizantes químicos y tratada con fitosanitarios. Se realizaron dos muestreos del suelo a lo largo del cultivo: uno realizado al comienzo del cultivo, un mes después de abonar (finales de marzo de 2001) y el segundo muestreo se realizo al final el cultivo (finales de mayo de 2001).

Los resultados se evaluaron mediante análisis de la varianza de un factor (Test de Tukey) para ver diferencias entre tratamientos y entre muestreos distintos.

Tabla I. Dosis de fertilizantes aportadas en el ensayo

Tratamiento	Abonado de fondo	Abonado de cobertera
Fertilización mineral	Complejo (8-15-15) 800kg/ha	Urea 46%. 300kg/ha
Estiércol vacuno	30000 kg/ha	No se abona en cobertera
Compost vegetal	30000 kg/ha	No se abona en cobertera1

Tabla II. Características químicas y biológicas del compost vegetal y estiércol vacuno

Características	Compost vegetal	Estiércol vacuno
Materia orgánica (%)	25,44	26,80
Nitrógeno total (%)	0,96	1,87
Relación C/N	25,60	14,00
Ph (1: 2.5)	7,80	7,57
Conductividad electrica (dS/m) (1: 2,5)	1,3	6,4
Humedad (%)	24,76	42,00
Proteasa [mg Tirosina g-1 dwt 2 h-1]	3140	4354
Ureasa [mg NH4-N g-1 dwt 2 h-1]	92	67
Fosfatasa alcalina p-nitrofenol (mg g-1dwt h-1)	2843	787
B-glucosidasa p-nitrofenol (mg g-1dwt h-1)	255	113
Carbono de la biomasa [C(mg/g suelo)]	1593	5674
Nitrógeno de la biomasa [N(mg/g suelo)]	1042	589

El suelo se muestreó hasta los 15 cm de profundidad y posteriormente las muestras de suelo fueron pasadas por un tamiz de 2 mm manteniéndolas a 4 ºC hasta la realización de los análisis enzimáticos. El contenido en agua fue determinado gravimétricamente previo secado a 105 ºC durante 24 h.

La medición de la respiración del suelo, según el método de Anderson (1982) se hace por determinación del CO_2 liberado.

Para determinar la biomasa microbiana las muestras se subdividen en fumigadas y no fumigadas y se las somete al método Fumigación-extracción de Brookes y col. (1985).Tanto en una como en otras se determinó el nitrógeno y carbono de la biomasa.

El nitrógeno de la biomasa microbiana se mide por el método de Brookes y col. (1985). En la determinación del N total del extracto obtenido de las muestras fumigadas y no fumigadas se distinguen las siguientes fases: Digestión Kjeldhal del N orgánico a N-NH_4; destilación del N-NH_4 y finalmente valoración volumétrica del N destilado.

La determinación del carbono de la biomasa microbiana por el método de Vance y col. (1987).

La actividad proteasa (LADD y BUTLER, 1972) se hace mediante la determinación espectrofotométrica de los aminoácidos liberados después de la incubación del suelo con caseína.

La actividad ureasa, por el método de Tabatabai and Bremner (1972) consistente en la determinación del amonio liberado después de la incubación de las muestras de suelo con urea.

La actividad fosfatasa alcalina (TABATABAI y col., 1969) se determina con la medición espectrofotométrica del p-nitrophenol liberado después de la incubación del suelo con p- nitrophenol fosfato.

La β-glucosidasa, por el método Eivazi y Tabatabai (1988) con la medición espectrofotométrica del p-nitrophenol liberado después de la incubación del suelo con p-nitrophenol-β-D-glucósido.

Para la determinación de la materia orgánica oxidable se ha utilizado el método de oxidación por vía húmeda propuesto por los Métodos Oficiales de Análisis (MAPA, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las siguientes tablas se muestran la influencia de los tratamientos sobre los diferentes parámetros en los dos muestreos realizados (principio y final del cultivo).

En la Figura 1 se observa que hay un efecto estadísticamente significativo de los tratamientos con respecto al pH en el muestreo del comienzo del cultivo; esto puede ser debido a que la aplicación de materia orgánica generalmente lleva consigo la adición de cationes básicos que producen un aumento del pH en los suelos (GALLARDO LARA y NOGALES, 1987), observándose en el muestreo del final del cultivo que el pH se estabiliza.

Los efectos de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica, Figura 2, y respiración, Figura 3, no resultaron estadísticamente diferentes en ninguno de los dos muestreos realizados. Sin embargo entre muestreo existe una diferencia estadísticamente significativa para la respiración, siendo mayores los valores al final del cultivo.

Con respecto a la materia orgánica, Figura 4, son diferentes estadísticamente el tratamiento mineral y orgánico vegetal, no observándose el mismo efecto al final del cultivo.

La Figura 5 muestra diferencias estadísticamente significativas del efecto de los tratamientos en los dos muestreos con respecto al carbono de la biomasa, siendo los valores más elevados en los orgánicos, debido seguramente a la adición del compost, lo que concuerda con Bolton y col., (1985).

En la Figura 6 el efecto de los tratamientos sobre el nitrógeno de la biomasa es diferente estadísticamente al comienzo del cultivo al igual que en el carbono de la biomasa, Figura 5, no siéndolo al final del cultivo.

Las actividades enzimática proteasa, Figura 7, y ureasa, Figura 8, no son diferentes ni al principio del cultivo ni al final, probablemente debido a la gran variabilidad espacial entre muestras.

En la actividad β-glucosidasa, Figura 9, solamente se observó un efecto diferente para el tratamiento con estiércol en el muestreo final del cultivo.

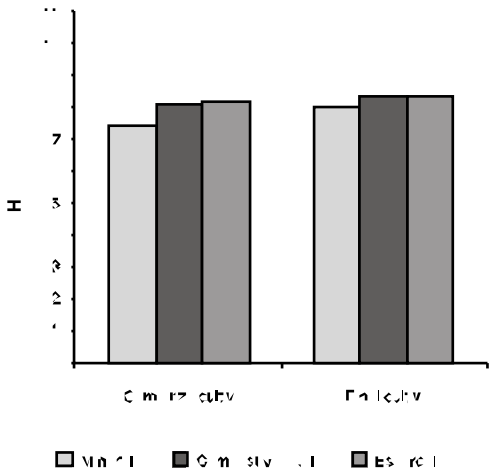


Figura 1. *Influencia de los tratamientos sobre el pH en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

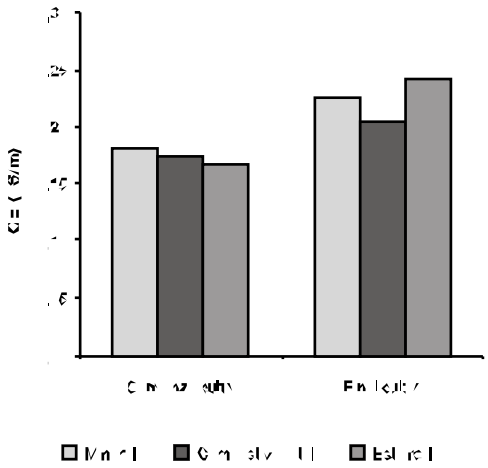


Figura 2. *Influencia de los tratamientos sobre la conductividad eléctrica en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

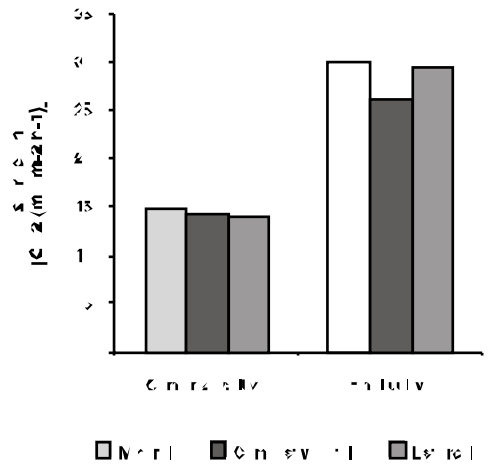


Figura 3. Influencia de los tratamientos sobre la respiración en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)

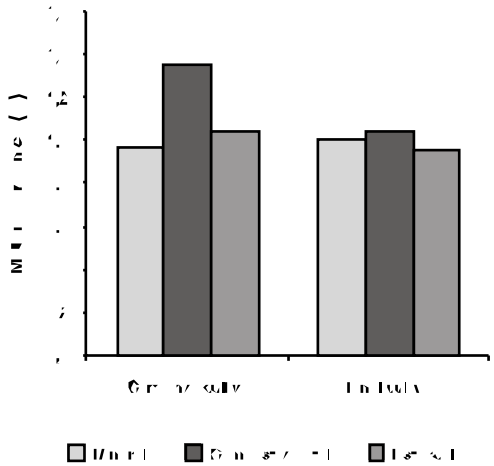


Figura 4. Influencia de los tratamientos sobre la materia orgánica en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)

En la Figura 10 la actividad fosfatasa alcalina se muestra diferente entre tratamiento mineral y orgánico. Es sabido que la mayoría de las fosfatasas presentes en el suelo son producidas por la biomasa microbiana (GARCIA y col., 1993). Es por ello que su actividad es mayor en los tratamientos orgánicos. Al final del cultivo esta actividad sigue manteniéndose probablemente debido a la secreción de fosfatasas a través de la rizosfera (GREGO y col., 1996), ya que ello genera fosfatos para el crecimiento del cultivo. La actividad fosfatasa es (FRANKENBERGER y col., 1983; GREGO y col., 1996) la que mejor determina la actividad y masa de la población microbiana.

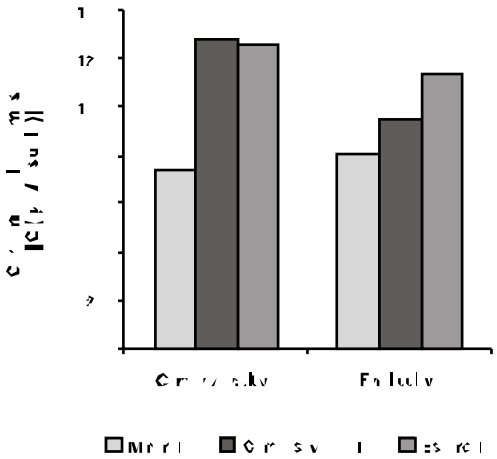


Figura 5. Influencia de los tratamientos sobre el carbono de la biomasa en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)

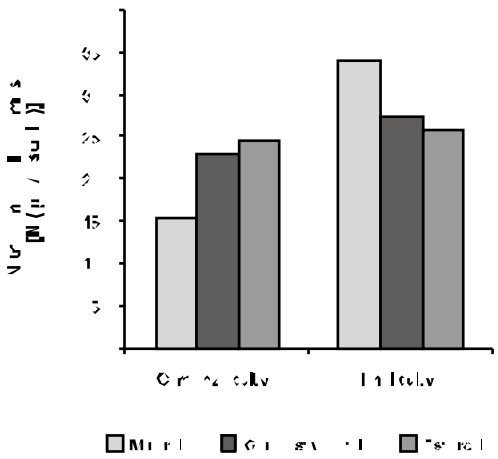


Figura 6. Influencia de los tratamientos sobre el nitrógeno de la biomasa en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)

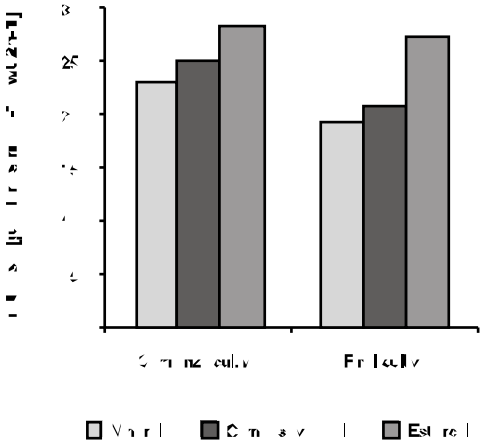


Figura 7. *Influencia de los tratamientos sobre la activi - dad proteasa en el suelo. Las columnas con la misma le - tra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

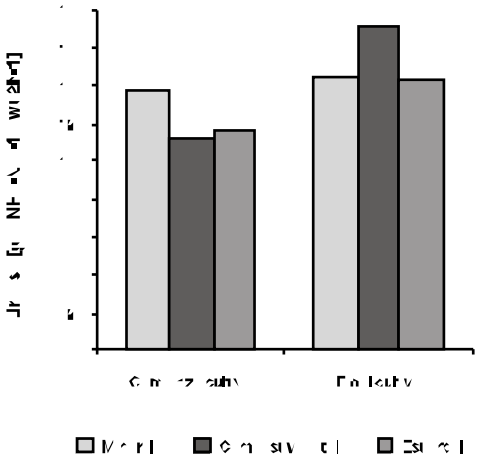


Figura 8. *Influencia de los tratamientos sobre la activi - dad ureasa en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

Como corolario destacamos que tras el primer ciclo de cultivo del primer año de reconversión a la agricultura ecológica se empiezan a reflejar diferencias significativas entre el tratamiento mineral y los orgánicos en la actividad fosfatasa alcalina y biomasa microbiana, aunque no entre los dos tipos de abonado orgánico.

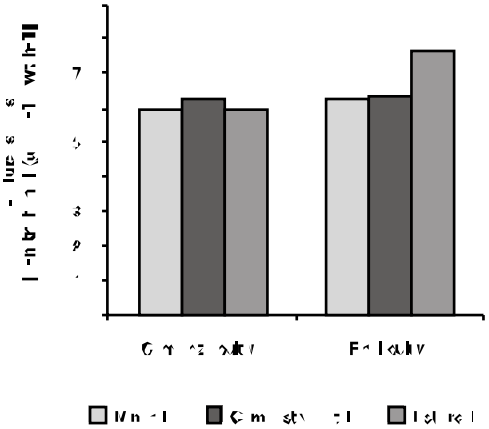


Figura 9. *Influencia de los tratamientos sobre la activi - dad B-glucosidadasa en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

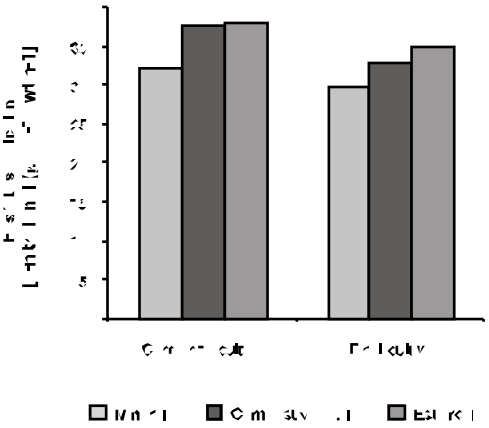


Figura 10. *Influencia de los tratamientos sobre la activi - dad fosfatasa alcalina en el suelo. Las columnas con la misma letra no son estadísticamente diferente (p≤0.05)*

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, J.P.E. (1982). Measurement of CO_2 evolution rates. In Kassem Alef and Paolo Nannipieri (Ed.), *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry.*

BALASUBRAMANIAN A., SIDDARAMAPPA R.; RANGASWAMI G. (1972). Effect of organic manuring on the activities of the enzymes hydrolyzing sucrose and urea and on soil aggregation. *Plant and Soil,* 37, 319-328.

BOLTON JR., H., ELLIOT, L.F., PAPENDICK, R.I.; BEZDICEK, D.F. (1985). Soil microbial biomass and selected soil enzyme activities: effect of fertilization and cropping practices. *Soil Biol.Biochem.,* 17, 297-302.

BOYLE M.; PAUL, E.A. (1989). Carbon and nitrogen mineralization kinetics in soil previously amended with sewage sludge. *Soil Sci. Soc. Am. J,* vol. 53, 99-103.

BROOKES P.C., LANDMAN A., PRUDEN G.; JENKINSON D.S. (1985). Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen in soil: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry,* 17, 837-842.

EIVAZI F.; TABATABAI M.A. (1988). Glucosidases and galactosidases in soils. *Soil Biology and Biochemistry,* 20, 601-606.

FRANKENBERGER, JR., W.T.; DICK W.A. (1983). Relationships between enzyme acyivities and microbial growth and activity indices in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J*. 47, 945-951.

GALLARDO-LARA F. ; NOGALES R. (1987). Effect of application of town refuse compost on the soil-plant system: a review. *Biol. Waste*. 19, 35-62.

GARCÍA C., HERNANDEZ, T., COSTA, F., CECCANTI, D; MASCIANDARO, G. (1993). *Soil Biol. Biochem.,* 25, 561-565.

GREGO, S., BENEDETTI, A., DELL'ORCO, S., ROSSI, G., MARINARI, S., BADALUCCO, L. (1996). Agricultural practices and biological activity in soil. *Fresenius Envir Buil.* 5, 282-288.

GREGO, S., COLOMBO, L., DE CESARE, F., VETERAINO, A.M., BADALUCCO, L., CAMPIGLIA, E.; CAPORALI, F. (1993). *H.F. Cook and H.C.Lee (Eds) Soil Management in sustainable agriculture. Wye College Press,* pp. 319-324.

HERRERO, O., CANET, R., ALBIACH, R.; POMARES, F. (1998). Enzymatical activities and content of mineral nitrogen in soil after the application of two rates of different organic products. *Agrochimica,* vol. XLII-N. 6, pp. 296-303.

LADD AND BUTLER (1972**).** Protease activity. In Kassem Alef and Paolo Nannipieri (ed) *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry***.**

M.A.P.A. (1986). Métodos Oficiales de Análisis. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

NANNIPIERI, P., GREGO, S.; CECCANTI B. (1990). *Soil Biochem* (Bollag and stotzky eds), vol. 6, Marcel dekker, NY, pp. 293-355.

POWLSON D.S., BROOKES P.C., CHRISTENSEN, B.T. (1987). Measurement of soil microbial biomass provides and early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.* 19, 159-164.

TABATABAI AND BREMMER (1969). Fivazi and Tabatai (1977) In Kassem Alef and Paolo Nannipieri (ed) *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*.

TABATABAI AND BREMMER (1972). Urease activity. In Kassem Alef and Paolo Nannipieri (ed) Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry.

VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. (1987). An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry,* 19, 703-707.

ZANTUA, M.I.; BREMNER, J.M. (1976). Production and persistence of urease activity in soils. *Soil Biology and Biochemistry,* 8, 369-374.

Indicadores y método para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo en la conversión a agricultura ecológica

MACARENA MATA[1], MARISOL GARRIDO[2], PHIL LONGHURST[3], ROGER SEATON[4]

[1] Consultora. Greenbriar, Vineyards Rd., Northaw, Herts., EN6 4PH, UK.
e-mail: *macarena@macarena.freeserve.co.uk*
[2] Departamento de Medio Ambiente, Facultad de Ciencias. Universidad Europea de Madrid - CEES. Villaviciosa de Odon, 28670 Madrid.
e-mail: *marisol.garrido@amb.cie.uem.es*
[3] Departamento de Ciencias del Agua, Universidad de Cranfield. Cranfield, Beds., MK43 0AL, UK. e-mail: *p.j.longhurst@cranfield.ac.uk*
[4] Seaton Associates. 9 Park Road, Stevington, Bedford. MK43 7QD, UK.
e-mail: *RAFSeaton@compuserve.com*

RESUMEN

El Reglamento 2092/91 especifica los estándares generales a seguir para los métodos de producción de productos orgánicos en Europa, aunque los criterios para la evaluación del proceso de conversión los definen mayormente los organismos nacionales de certificación. Los indicadores utilizados para dicha evaluación son en general (a) el tipo de prácticas agrícolas (si están dentro de las normas o no) y (b) la contaminación del suelo o de los productos.

Sin embargo, el proceso de conversión es un proceso complejo, y dichos indicadores no reflejan ni la complejidad del ecosistema del suelo ni su salud.

El estudio (MATA PORRAS, 2001), del que esta comunicación presenta una parte, hace uso de una metodología de investigación para ser utilizada en el desarrollo de políticas (MIDEP) de forma que se identifiquen:

a) Los objetivos de un proceso de conversión desde una perspectiva de sistemas.
b) Indicadores integrativos complementarios para evaluar y hacer un seguimiento de la salud del suelo: bioestructura del suelo y capacidad de campo.
c) Un método de evaluación y seguimiento de la salud del suelo durante el proceso de conversión basado en estos indicadores.

Este estudio propone que indicadores de la salud del suelo, y el método de evaluación derivado de ellos, deberían ser elementos fundamentales en la normativa para agricultura ecológica.

MARCO DE TRABAJO: INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE POLÍTICAS E INDICADORES

El objetivo de la investigación para el desarrollo de políticas (REDEP) es el de usar y proveer información científica en procesos de toma de decisiones y desarrollo de políticas dentro del contexto de intereses específicos. Se lleva a cabo por medio del diseño de una investigación que es científicamente válida y al mismo tiempo tiene en cuenta qué procesos de cambio son factibles en lo social, económico y técnico, a nivel local, y en sus interacciones con los niveles regionales, nacionales e internacionales. Para que las medidas políticas tengan éxito, deben estar basadas en la comprensión de las interrelaciones de dichos procesos.

La investigación REDEP obtiene información de diferentes fuentes científicas y sociales (por ejemplo, métodos de la ciencia del suelo y métodos de investigación social) e integra estos conocimientos disciplinares para poder comprender y determinar la posibilidad de que dichos cambios se lleven a cabo. Esta integración se basa en un proceso de traducción de conocimientos entre los diferentes niveles, por ejemplo entre la política agro-ambiental, el nivel de producción agrícola y el ecosistema del suelo. La investigación necesita ser aplicable al nivel en el cual las políticas se ponen en práctica, que en nuestro ejemplo es al nivel de la producción. Atributos esenciales en una investigación aplicable en el desarrollo de políticas son:

1. Consideración de los sistemas de estudio como sistemas complejos, considerando los procesos tanto como los resultados, y estudiando sus jerarquías, interconexiones y procesos de retro-alimentación.
2. Traducción de conocimientos entre los diferentes niveles, por ejemplo entre medidas políticas de conversión a agricultura ecológica y agricultores. Esto se refleja también en la integración de procesos y decisiones impuestos desde niveles superiores (por ejemplo, ciertas políticas a nivel europeo) y emergentes desde niveles inferiores (por ejemplo, tipos de suelos o tradiciones sociales).
3. Naturaleza inter- y transdisciplinar de la investigación. Integración de métodos de ciencias naturales y ciencias sociales.
4. Consideración del usuario local como pieza central en el desarrollo de la investigación.
5. Enfoque en alternativas y medidas de recuperación como siguiente paso a los estudios de vulnerabilidad.

Los indicadores son una forma de comunicación entre el nivel al que se diseñan y ponen en práctica las políticas y el nivel de los científicos, una forma por la que conceptos científicos se simplifican y se hacen más accesibles a un público más amplio. Los indicadores se usan para describir, representar, hacer seguimientos, valorar o modelar procesos, componentes o propiedades en un mundo complejo, tanto cualitativa como cuantitativamente, para usarlos en procesos de toma de decisiones. Los indicadores identificados y desarrollados dentro de un marco de investigación REDED se llaman *indicadores integrativos*.

Los indicadores integrativos propuestos en el presente estudio han sido identificados y desarrollados usando un proceso de traducción entre el conocimiento obtenido a nivel del ecosistema del suelo (con datos e información de disciplinas científicas) y conocimientos obtenidos al nivel de la producción agrícola (agricultores, agrónomos, técnicos, etc.).

OBJETIVOS SISTÉMICOS DE LA CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA E INDICADORES INTEGRATIVOS PARA SU EVALUACIÓN

Los objetivos del proceso de conversión a agricultura ecológica se extienden más allá de conseguir una fertilidad del suelo indicada por el tipo de prácticas agrícolas y la contaminación del suelo o del producto. Sin embargo, cuando el ecosistema del suelo se entiende como un organismo vivo, dinámico, complejo, inmerso dentro de un sistema mayor (las prácticas agrícolas, la finca, el sistema social, la política agro-ambiental, etc.), y al mismo tiempo formado por una serie de sub-sistemas (los minerales, la micro-, meso- y macrofauna, el humus, etc.), entonces dichos indicadores representan un modelo de la realidad estático y aislado. La normativa basada en estos indicadores ofrece, por tanto, una visión estática y aislada. Es por ello que es necesario desarrollar indicadores integrativos complementarios a nivel del ecosistema del suelo, con los que el proceso de conversión y la salud del suelo son evaluados desde un marco apropiado para el desarrollo de políticas. La salud del suelo se usa en este estudio para indicar el estado del suelo. Es un término que no está predispuesto hacia un cierto sistema de producción (como los términos «fertilidad o calidad del suelo»), y describe el estado del suelo sin precondiciones de utilización para un propósito concreto (RAPPORT y col., 1997).

Usando una investigación REDEP, el presente trabajo (MATA PORRAS, 2001) ha definido: (a) Los objetivos del proceso de conversión desde una perspectiva sistémica y (b) dos indicadores integrativos para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo.

a) Los objetivos de la conversión desde una perspectiva sistémica son:

1. Incrementar la auto-organización de los agroecosistemas

Sin intervención humana, los suelos se bioestructuran en respuesta a factores climáticos, geológicos, de vegetación, biológicos, etc., siguiendo ciclos naturales. Un suelo saludable presentará un alto nivel de bioestructura (de acuerdo con el tipo de suelo) que lo ayudará a adaptarse a cambios medioambientales. Las prácticas de manejo deben, por lo tanto, trabajar conjuntamente con las propiedades de auto-organización del ecosistema del suelo (GARCÍA ÁLVAREZ e IBÁÑEZ, 1994) para mantener o mejorar su bioestructura.

2. Incrementar la complementariedad en la co-evolución del sistema socio-natural

La relación entre la gente y el medio natural es una co-evolución en la cual ambos son compañeros iguales y complementarios y su relación es recíproca (Van der LEEUW, 1998). Un sistema agroecológico es un sistema de co-evolución socio-natural; el desarrollo agrícola co-evolucionario ha ido sucediendo durante milenios, con los sistemas social y natural co-evolucionando juntos, cada uno reflejando al otro (ALTIERI, 1995).

3. Incrementar la sostenibilidad del sistema al mantener o incrementar las opciones futuras disponibles

En este estudio, sostenibilidad es entendida como el mantenimiento o incremento de opciones o caminos en el futuro. La habilidad del ecosistema del suelo para cambiar y adaptarse a

cambios se verá mejorada si tenemos en cuenta su complejidad y mantenemos sus propiedades de auto-organización. Cuanto más dependiente es el suelo de una finca de insumos externos, más depende su organización del ser humano (disminuyendo su capacidad de auto-organización), y las opciones futuras se reducen. Lo que significa que se produce una disminución de la sostenibilidad del sistema.

b) Los indicadores integrativos para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo son:

1. La bioestructura del suelo como indicador de la salud del suelo

El suelo es un sistema dinámico formado por procesos e interacciones, la mayoría invisibles para nosotros, entre los diferentes componentes o sub-sistemas del ecosistema del suelo, desarrollado por y para la red de dichas interrelaciones. Estos subsistemas son: las partículas minerales y la geología, la microvida, la meso- y macrofauna, la rizosfera y la materia orgánica, y en ecosistemas gestionados, las prácticas de manejo. Dichos procesos e interacciones se materializan en una matriz de poros y agregados o partículas, que es llamada bioestructura. La respuesta de los cultivos a la fertilización, la susceptibilidad de las plantas a cambios climáticos y la frecuencia de las plagas, y por tanto los beneficios de las cosechas, depende en gran medida del grado de bioestructura del suelo (PRIMAVESI, 1984). Por lo tanto, una bioestructura del suelo bien desarrollada (su valor dependiendo del tipo de suelo) es necesaria para alcanzar un alto grado de salud del suelo.

Otros autores tales como Gerhardt (1997), Kooistra y col. (1996) y Rowell (1997) destacan la importancia de la bioestructura del suelo para la producción agrícola y lo mucho que se la descuida. A su vez, las prácticas agrícolas influencian la bioestructura directamente (DALAL y BRIDGE, 1996; BENITO y DÍAZ-FIERROS, 1992; TISDALL, 1996; PANKHURST y col., 1995). Por lo tanto, conocer qué prácticas agrícolas pueden mejorar la bioestructura del suelo es esencial para mantener una salud del suelo elevada.

2. La capacidad de campo como indicador de la bioestructura del suelo.

La bioestructura del suelo se puede medir midiendo los agregados o la porosidad. La porosidad del suelo es una de sus características más importantes, y nos indica los espacios existentes tanto dentro de los agregados como entre ellos, en los cuales existe la vida y el transporte de agua y aire se lleva cabo. Sin porosidad, un suelo no puede albergar vida.

La medida de la porosidad se puede hacer midiendo la densidad real y la densidad aparente del suelo; o midiendo la capacidad de retención de agua, basada en el tipo de poros (macro-, meso- y microporos). El agua de saturación (cuando todos los poros están llenos; restando la capacidad de campo, se obtiene el volumen de agua en los macroporos), la capacidad de campo (agua en los mesoporos y los microporos; restando el punto de marchitez permanente, se obtiene el volumen de agua en los mesoporos) y el punto de marchitez permanente (agua en los microporos) se usan para determinar la capacidad de retención de agua de un suelo e indican asimismo la porosidad de dicho suelo. Los mesoporos son los más importantes, pues son los que almacenan el agua a la que las plantas pueden acceder. El número de microporos es generalmente mucho menor que el de los mesoporos, y es más estable. Los mesoporos tienden a verse más afectados por

cambios medioambientales, incluyendo cambios en prácticas agrícolas. La medida de la capacidad de campo nos da pues una buena indicación de la medida de los mesoporos.

Diversos autores han encontrado interacciones entre la capacidad de campo y los diversos sub-sistemas que forman el ecosistema del suelo y de los que se forma la bioestructura (BARROS y col., 1995; GARRIDO, 1993, 1995 y 1998; GARRIDO y col., 2000; SAÑA VILASECA y col., 1996; VALARINI y col., 2000). El número de mesoporos puede usarse como indicador de la bioestructura del suelo. Cuantos más mesoporos, mayor será la bioestructura, y por lo tanto, mayor será la salud del suelo. Este estudio propone utilizar la capacidad de campo como indicador de la bioestructura del suelo, indicando por último la salud del suelo.

Asimismo, propone medir la capacidad de campo utilizando el método de Spurway (TAMÉS ALARCÓN y PERAL, 1958). A diferencia del método de Richards (1964) y del método de la humedad equivalente (ambos en URBANO TERRÓN, 1995), el método de Spurway es sencillo, económico y más cercano al funcionamiento del suelo en su medio natural.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Este estudio propone que el proceso de conversión se considere acabado cuando el grado de salud del suelo, indicado por el nivel de bioestructura del suelo a su vez indicado por la capacidad de campo, alcance un cierto nivel mínimo. Este nivel vendrá determinado por el tipo de suelo en una zona específica. Las subvenciones deben promover la conversión hasta el final del proceso, como apoyo a la mejora de la salud del ecosistema del suelo dentro del agroecosistema.

A continuación, se presenta el método desarrollado para valorar y hacer el seguimiento de la salud del suelo, basado en los indicadores integrativos identificados.

MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN Y EL SEGUIMIENTO DE LA SALUD DEL SUELO

El método presentado en esta comunicación es parte del trabajo de una tesis de doctorado, y fue desarrollado usando (1) datos edafológicos y agronómicos, tanto de bibliografía como obtenidos y analizados en la investigación, e (2) información obtenida a través de trabajo de investigación social con informantes de campo. Es por lo tanto una herramienta científicamente válida, fácil de usar en el campo y barata, tanto para científicos como para agrónomos, técnicos, agricultores y productores. Puede usarse para hacer un seguimiento de la evolución de la bioestructura del suelo (como indicador de la salud del suelo) midiendo la capacidad de campo de dicho suelo (como indicador de la bioestructura) tantas veces como se necesite.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El método para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo consta de tres etapas sucesivas: diagnóstico, intervención y seguimiento.

1. Diagnóstico: Evaluación del estado inicial del suelo al comenzar la conversión, por medio de la evaluación de la salud del suelo.

1.1. Historia de las prácticas agrícolas y su impacto en la bioestructura del suelo. Los datos son recogidos y analizados de entrevistas y bibliografía.

1.2. Evaluación de campo del tipo de suelo, y medida de la capacidad de campo y del pH.

Para saber el tipo de suelo, se utilizan medidas de observación de campo. La capacidad de campo (Cc) se mide usando el método de Spurway (TAMÉS ALARCÓN y PERAL, 1958). El pH se mide utilizando tiras de color. Tras haber obtenido estos valores, siempre que el pH esté en un rango entre 4,5 y 8,5, se comparan el tipo de suelo y la capacidad de campo con los datos en la Tabla 1.

1.3. Evaluación del grado de bioestructura del suelo indicado por la medida de la capacidad de campo.

El grado de bioestructura es un indicador de la salud del suelo. Así, por ejemplo, un suelo con un grado medio de bioestructura indica un nivel medio de salud.

La siguiente tabla (Tabla 1) ha sido desarrollada como resultado del estudio presentado en esta comunicación (Mata Porras, 2001). Muestra el grado de bioestructura del suelo (BES) para rangos de valores de capacidad de campo (Cc), para cada tipo de suelo. La categoría de suelos arcillosos asume una mezcla equilibrada de esmectitas (arcillas expansivas) y caolinitas (arcillas no expansivas).

Tabla 1. Grado cualitativo de bioestructura del suelo

Cc	Grado de bioestructura de suelo por tipo de suelo				
	Arenoso	**Arenoso franco**	**Franco**	**Franco arenoso**	**Arcilloso (>2.5% m.o.)**
<7%	Ninguna/muy baja	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
7-10%	*Baja*	Muy baja	Ninguna/muy baja	Ninguna	Ninguna
11-15%	Baja media	*Baja*	Muy baja	Ninguna/muy baja	Ninguna/muy baja
16-20%	Media	Baja media	*Baja*	Muy baja	Muy baja
21-25%	*Alta*	Media	Baja media	*Baja*	*Baja*
26-30%	Muy alta	*Alta*	Media	Baja media	*Baja*
31-35%	Muy alta	Muy alta	*Alta*	*Media*	Baja media
36-40%	Muy alta	Muy alta	Muy alta	*Alta*	*Media*
>40%	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Alta

2. Intervención: recomendación de prácticas agrícolas de recuperación.

Como resultado del diagnóstico, se identifica el grado de bioestructura del suelo y el efecto de las prácticas agrícolas. Si se necesita incrementar la bioestructura (es decir, incrementar la salud), se recomendarán prácticas a tal efecto. Estas prácticas pueden ser prácticas permitidas o recomendadas por la normativa de agricultura ecológica o bien prácticas tradicionales en la zona o innovaciones de agricultores o técnicos.

En esta etapa se puede ya indicar una escala de tiempo aproximada para la finalización del proceso de conversión. Sin embargo, la etapa de seguimiento del proceso nos dará la informa-

ción necesaria para saber con más seguridad cuánto tiempo se necesita para acabar el período de conversión, es decir, para que la bioestructura del suelo alcance un nivel elevado.

3. Seguimiento: una aproximación al tiempo necesario para conseguir un grado alto de bioestructura del suelo.

El objetivo de esta tercera etapa es el seguimiento de la evolución de la bioestructura del suelo, y por lo tanto de la evolución de la salud del suelo, a través de la medida de los cambios en la capacidad de campo con el tiempo. El establecimiento de un sistema de seguimiento es de singular importancia por dos motivos. Primero, debido a la naturaleza dinámica del ecosistema del suelo y del proceso de conversión, y siendo como es un proceso, necesitamos conocer los estadíos intermedios tanto como el estado inicial y los resultados finales. Segundo, debido a la necesidad de una evaluación continua de la adaptación de las prácticas agrícolas y de las políticas agrícolas al ecosistema del suelo. Como se ha mencionado en apartados anteriores, esta investigación propone que se llega al final del proceso de conversión cuando el grado de bioestructura del suelo es alto. Sin embargo, cada caso tiene que ser valorado por especialistas de campo.

El tiempo que una parcela va a tardar en alcanzar dicho grado dependerá de (a) las condiciones iniciales, (b) el tipo, intensidad y número de prácticas de recuperación que se utilicen, (c) el tipo de suelo y (d) factores externos tales como el clima. La intensidad y número de prácticas que se lleve a cabo dependerá de la situación económica del agricultor y del tiempo disponible, así como de motivos personales y tradiciones.

Los siguientes diagramas (Diagrama 1 y Diagrama 2) muestran los pasos a seguir en el método para la evaluación y seguimiento de la salud del suelo.

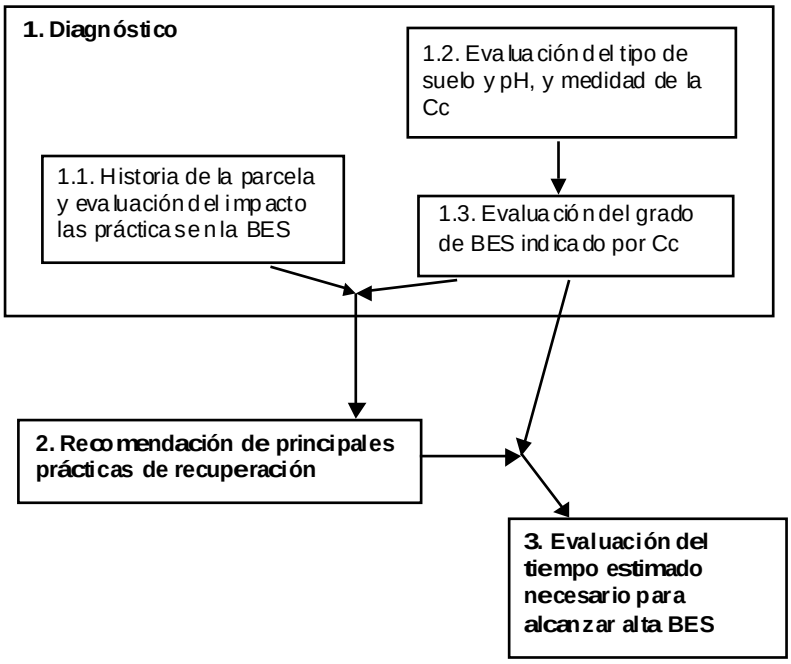


Diagrama 1. *Resumen de las tres etapas*

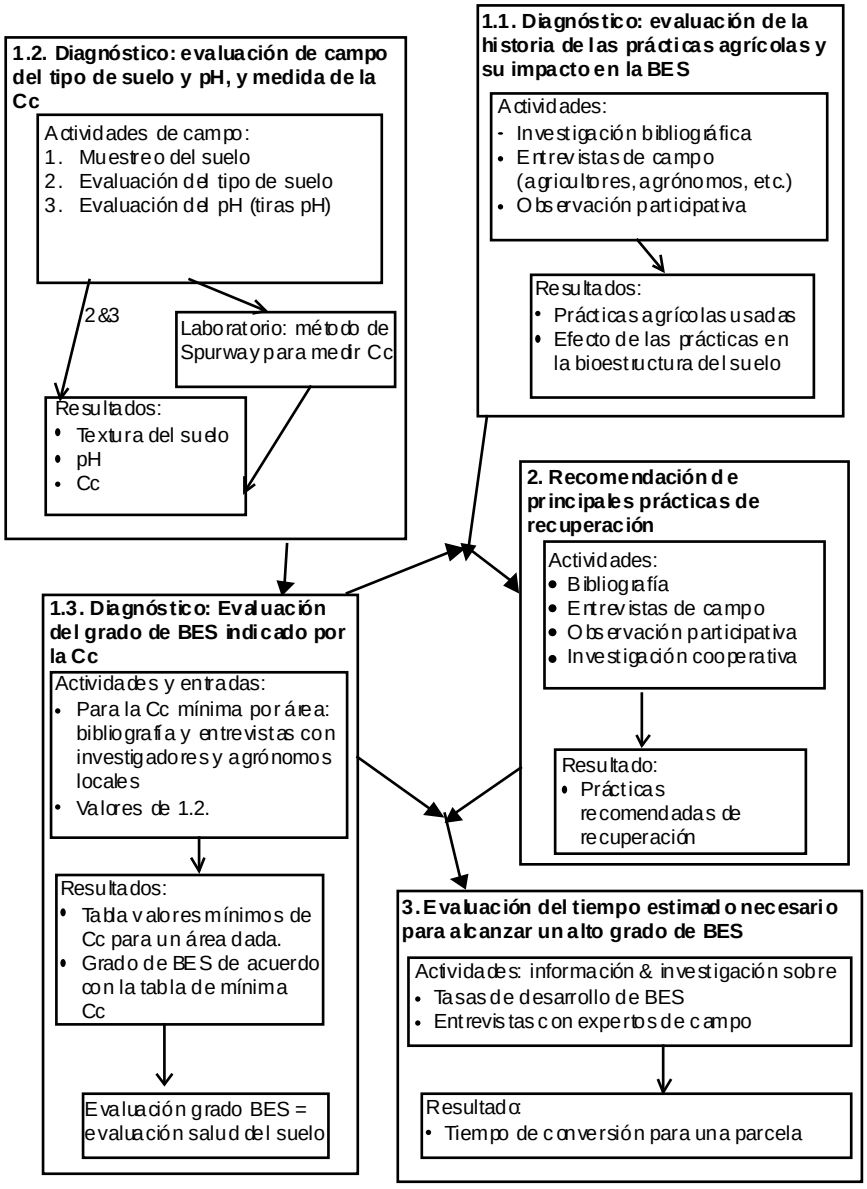


Diagrama 2. *Etapas en el método para la evaluación y el seguimiento de la salud del suelo*

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1995). «Agroecology: the science of sustainable agriculture», 2ª ed., Westview Press, Boulder, CO, USA

BARROS, N., GÓMEZ-ORELLANA, I., FEIJÓO, S. ; BALSA, R. (1995). «The effect of soil moisture on soil microbial activity studied by microcalorimetry», Thermochimica Acta 249: 161-168

BENITO, E.; DÍAZ-FIERROS, F. (1992). «Effects of cropping on the structural stability of soils rich in organic matter», Soil & Tillage Research, 23, pp. 153-161.

DALAL, R.C.; BRIDGE, B.J. (1996). «Aggregation and Organic Matter Storage in Sub-Humid and Semi-Arid Soils», en Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils, Carter,M.R. and Stewart,B.A. (eds.), Lewis Publishers, pp. 263-308.

GARCÍA-ÁLVAREZ, A.; IBÁÑEZ, J.J. (1994). «Seasonal fluctuations and crop influence on microbiota and enzyme activity in fully developed soils of central Spain», Arid Soil Research and Rehabilitation, vol. 8, pp. 161-178.

GARRIDO, S. (1993). «Interpretación de análisis de suelos», Hojas divulgadoras núm. 5/93 HD, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.

GARRIDO, S. (1995). «Aplicación de las técnicas de teledetección al estudio de los suelos: el color del suelo», tesis doctoral, Facultad de Agrónomos, Universidad Complutense de Madrid, España.

GARRIDO, S. (1998). «La capacidad de campo como indicador de la salud del suelo para la reconversión a agricultura ecológica: relaciones con el contenido en materia orgánica en agroecosistemas cerealistas de la Cuenca del Tajo». III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura ecológica (SEAE), Valencia, 21/26 septiembre 1998.

GARRIDO, S., SUANCES, L., PÉREZ-SARMENTERO, J.; MOLINA, A. (2000). «Estudio de la composición química del pasto en relación con las características del suelo y la intensidad de gestión ganadera», IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura ecológica (SEAE), Córdoba, septiembre 2000.

GERHARDT, R.A. (1997). «A comparative analysis of the effects of organic and conventional farming systems on soil structure», Biological agriculture and horticulture, vol. 14, pp. 139-157.

KOOISTRA, M.J.; VAN NOORDWIJK, M. (1996). «Soil architecture and distribution of organic matter», en Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils, Carter,M.R. and Stewart,B.A. (eds.), Lewis Publishers, pp. 15-56

MATA PORRAS, M. (2001). «Policy-relevant indicators for ecological agriculture», tesis doctoral, Cranfield University, School of Industrial and Manufacturing Science, Gran Bretaña.

PANKHURST, C.E., HAWKE, B.G., MCDONALD, H.J., KIRKBY, C.A., BUCKERFIELD, J.C., MICHELSEN, P., O'BRIEN, K.A., GUPTA,V.V.S.R.; DOUBE, B.M. (1995). «Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health», Australian Journal of Experimental Agriculture, 35, pp. 1.015-1.028.

PRIMAVESI, A. (1984). «Manejo ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales», Librería «El Ateneo» Editorial, Argentina.

RAPPORT, D.J., MCCULLUM, J.; MILLER, M.H. (1997). Soil health: its relationship to ecosystem health, en: Pankhurst, C.E., Doube, B.M. and Gupta, V.V.S.R. (Eds.) Biological indicators of soil health. CAB International, Wallingford, pp. 29-47.

ROWELL, D.L. (1997). «Soil Science: Methods & Applications», Longman Group UK Limited, Inglaterra.

SAÑA VILASECA, J., MORÉ RAMOS, J.C.; COHÍ RAMÓN, A. (1996). «La gestión de la fertilidad de los suelos. Fundamentos para la interpretación de los análisis de suelos y la recomendación de abonado», Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

TAMÉS ALARCÓN, C.; PERAL, T. (1958). «Ensayos rápidos semicuantitativos para la caracterización de suelos con fines agrícolas», Ministerio de Agricultura, INIA, Estación Agronómica Central, Madrid.

TISDALL, J.M. (1996). «Formation of Soil Aggregates and Accumulation of Soil Organic Matter», en Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils, Carter,M.R. and Stewart,B.A. (eds.), Lewis Publishers, pp. 57-96.

URBANO TERRÓN, P. (1995). «Tratado de fitotecnia general», Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 2ª edición.

VALARINI, P., FERNÁNDEZ, A., ROMERO, C.; GARRIDO, M.S. (2000). «Evaluation of biological parameters as indicators of the integral soil health after organic treatments. Comparison with physico-chemical parameters», II International Congress of the European Society for Soil Conservation: Man and Soil at the Third Millennium, Valencia.

VAN DER LEEUW, S.E. (1998). «Chapter 1: Introduction», «Chapter 2: Multi-disciplinarity, policy-relevant research and the non-linear paradigm» y «Chapter 3: Main building blocks of our approach» en S.E. van der Leeuw (ed.) «The Archaeomedes project. Understanding the natural and anthropogenic causes of land degradation in the Mediterranean basin», Research results, volume: synthesis, pp. 1-22, 25-41 y 43-68.

Utilización de herramientas participativas para el manejo y conservación de los suelos y aguas. Microcuenca Monte Carmelo, municipio. Andrés Eloy Blanco, estado Lara, Venezuela

MARÍA ELENA MORROS; ANA QUIRÓZ, JOSÉ A. SALAS Y JUAN. J. BRITO[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE LARA. Venezuela

RESUMEN

El trabajo de investigación con pequeños productores a nivel de microcuencas, requiere de la conceptualización, aplicación de métodos y prácticas que aseguren una amplia participación de los usuarios para manejar los problemas de deterioro ambiental y garantizar una producción sostenible. El desarrollo Sostenible se concibe en términos de la articulación entre los subsistemas que constituyen el sistema agrario: el productivo, el social y el ecológico. Partiendo de la consideración del concepto de «La Cadena Lógica de Sostenibilidad» que supone los eslabones: organización, capacitación, investigación, producción, conservación de los recursos naturales, transformación y comercialización, los mismos, constituyen elementos claves para la definición de nuestros propios modelos de desarrollo local. A partir del año 2001 el Centro de Investigaciones Agrícolas (CIAE Lara), ha iniciado un proceso orientado al manejo de prácticas conservacionistas de suelos y aguas con comunidades del área de influencia, mayoritariamente ubicadas en zonas de ladera, de gran fragilidad edáfica y manifiestos procesos de deterioro. El trabajo planteó el desarrollo de referenciales locales de bajo impacto ambiental en estos sistemas de producción, que propendan a la mayor eficiencia de los recursos locales, a la disminución de los costos de producción, y a la búsquedas de alternativas productivas amigables con el ambiente, teniendo como base la utilización de metodologías participativas durante todas las fases del proceso, así como la organización de instancias locales para la investigación a fin de lograr una actitud conservacionista duradera en los campesinos. La fase de evaluación de las tecnologías contempla las etapas de prueba, comprobación, semicomercial y comercial, para posteriormente contar con referenciales locales validados por las propias comunidades, lo cual se traduce en recomendaciones de fácil difusión y de gran aplicabilidad a nivel del área de influencia. El abordaje tecnológico en materia ambiental se inició con la caracterización de las microcuencas, utilizando métodos participativos: mapeo, recorrido de las microcuencas con las comunidades, levantamiento de los indicadores de calidad de los recursos naturales con los participantes y la historia de la comunidad; paralelo se inició un proceso de capacitación y reflexión en materia de conservación y manejo de los recursos suelos y aguas, consistente en talleres, charlas, evaluaciones participativas, ferias de suelo, etc. Hasta ahora se han instalado 4 parcelas a nivel de fin-

cas de los agricultores consideradas unidades de Investigación/Extensión de Conservación y Recuperación de Suelos y Aguas.

INTRODUCCIÓN

El área de influencia comprende las comunidades de: Monte Carmelo, Potrerito, Hacha, Quebrada Arriba, en el Municipios Andrés Eloy Blanco del estado Lara, Venezuela. Predominan los sistemas de producción de hortalizas de piso alto en laderas (tomate, papa, pimentón, hortalizas de hoja, frecuentemente en rotación con caraota) y café, con áreas de uso intensivo, ubicadas en terrenos de pendientes pronunciadas, de gran fragilidad edáfica. Estos sistemas están en manos de pequeños y medianos productores y su manejo se ha basado en el uso de maquinarias para la fase de preparación de los suelos y uso intensivo de plaguicidas así como de otros insumos externos a la unidad de producción. Hoy día estas regiones de ladera, muestran graves problemas de deterioro como consecuencia del arrastre de los suelos y los efectos de la contaminación ambiental y humana constituyen un tema de preocupación manifiesta por todas las comunidades, así como su interés de dirigir esfuerzos orientados a nuevas formas de producción que aseguren la sostenibilidad de estos sistemas, lo cual fue expresado por los miembros de las comunidades que participaron en el Sondeo Rural Participativo realizado en mayo del 2000 (CIAE Lara, 2000).

En el trópico, comúnmente se presentan una serie de problemas de degradación de suelos desde el punto de vista físico (erosión acelerada, compactación, sellado y encostrado superficial, sedimentación etc), químico (pérdidas de nutrientes, acidez, salinización, contaminación,etc.) y biológico (pérdida de la biodiversidad, descomposición acelerada de la materia orgánica), que junto a las condiciones climáticas y socioeconómicas constituyen factores muy limitantes para la escogencia de sistemas alternativos de manejo (PRIMAVESI, 1984). Esto es agravado por los métodos intensivos y altamente mecanizados con monocultivos, a las condiciones climáticas extremas como erraticidad e intensidad de las lluvias, y suelos con alta susceptibilidad a procesos de degradación, en especial a la erosión hídrica, por la existencia de elevadas pendientes (PRATAP y col., 1994).

Las características climáticas y ecológicas propias de la zona de ladera, definidas por montañas y laderas, con pendientes en general inclinadas y precipitaciones en un período marcado del año, acentúan el movimiento del suelo, así como también el arrastre de nutrimentos en grandes proporciones (MARNR, 1992). La erosión en algunos sectores es evidente, y la causada por el hombre es grave, debido al manejo inadecuado de los cultivos, lo cual se refleja en algunos casos en altos costos de producción, convirtiéndose en un problema ambiental.

Como complemento se puede señalar que tres órdenes de suelo son comunes en el trópico húmedo Alfisoles, Ultisoles y Oxisoles, que ocupan el 90% de la superficie cultivada, cuyas características son: una baja capacidad de almacenamiento de agua, baja capacidad de retención de nutrientes, bajos contenidos de arcilla y por lo tanto baja capacidad de intercambio catiónico, en casos extremos son químicamente inertes, tienen una baja reserva de nutrientes, muchos de los cuales se presentan en la materia orgánica, tienen una textura media, altamente erodables y generalmente son efímeros (FERREIRA DA SILVA, 1993).

Lo señalado anteriormente implica que para ambientes tropicales se deben tener en cuenta planes de manejo que aborden de manera particular e integral cada caso de acuerdo al factor más limitante. Es así, que en condiciones tropicales es común encontrar zonas con parámetros climáticos y de suelos similares, sin embargo las condiciones socioeconómicas pueden variar gran-

demente, por lo tanto no se deben generalizar las prácticas de manejo sin antes tener en cuenta todos los componentes del suelo (PEARSON y col., 1995; BRYAN y col., 1987).

La necesidad de contar con sistemas alternativos donde se contemple el equilibrio de la producción de alimentos y conservación de los recursos, resulta de alta prioridad, para cumplir con los objetivos de la diversificación en el espacio y el tiempo, tener una alta adaptabilidad, con sistemas biodiversificados o mixtos, donde se conserve el potencial económico, cultural y material, con tecnología adaptada al sistema agrícola y social y donde se mantengan fuertes relaciones sociales, que eviten el deterioro de los recursos y el desorden social, tan acusado en países tropicales (NORMAN y col., 1995; EDWARDS y col., 1990; YOUNG, 1989).

BOJANIC y col 1994, en el marco de Desarrollo Rural Sostenible, concebido como un proceso que comprende cuatro dimensiones: sostenibilidad social, sostenibilidad económica, sostenibilidad ecológica y sostenibilidad técnica, plantean la necesidad de contar con una estrategia adecuada en relación al medio ambiente y a la par de la sostenibilidad ecológica (conservación de las funciones básicas del ecosistema, priorizando su uso renovable, los procesos de reciclaje y la conservación de la biodiversidad), condena la pobreza con el argumento de la preservación de la naturaleza. Plantean, por lo tanto, la recuperación de los ecosistemas degradados y la búsqueda de alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales, en función a lograr una mayor equidad tanto para las generaciones actuales como para las futuras. Consideran el concepto de participación con una visión más amplia, donde la población participa en el proceso de desarrollo local como sujeto, mientras que el proyecto de desarrollo participa como actor secundario, pero manteniendo su especificidad y autonomía.

Basados en estas premisas,lo que se necesita es proveer a los productores con opciones de las cuales puedan escoger. Al final son los propios productores quienes deciden que tecnologías adoptar y son ellos mismos quienes conducen la etapa final de la investigación adaptativa (METTICK, 1999).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical ha desarrollado una novedosa metodología conocida como Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL), cuyo funcionamiento es simple: la comunidad elige un mínimo de cuatro agricultores para que integren el comité; ellos ensayan nuevas tecnologías agrícolas partiendo de un diagnóstico que realiza la propia comunidad, contando con la asesoría de los técnicos y extensionistas. Una vez identificados los principales problemas y oportunidades, se determinan alternativas tecnológicas para enfrentarlos. Luego, los resultados son analizados y divulgados entre su propia comunidad y en otros comités. (CIAT, 1999a). Se plantea estimular la acción colectiva que permita manejar adecuadamente los recursos naturales en una región de alta fragilidad ecológica y social. En este sentido Hurtado, M. 1999, señala la necesidad de vincular la comunidad con las decisiones que afectan su propio desarrollo e incorporar la recuperación y la protección de los recursos naturales a los procesos de producción agropecuaria mediante las acciones: investigación, capacitación, organización comunitaria, producción, transformación y comercialización; siendo éstas consideradas como actividades organizadas dentro de la cadena lógica de la sostenibilidad.

OBJETIVO GENERAL

Utilización de prácticas de conservación de suelos y aguas para el manejo sustentable de los principales sistemas de producción hortícolas a nivel de las comunidades de la Microcuenca de Monte Carmelo en el estado Lara, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2000 se realizó un Sondeo Rural Participativo con las comunidades de la microcuenca Monte Carmelo a fin de conocer las características, necesidades y problemas de cada comunidad destacándose la diversidad económica y social que cada grupo enfrenta. Como resultado de este sondeo, fue priorizado el tema ambiental, destacándose la necesidad de iniciar acciones de recuperación de lotes deteriorados.

Durante el año 2001 se dirigieron esfuerzos a la capacitación y motivación a las comunidades para organizarse para investigar y tratar de buscar soluciones en equipo a sus problemas tecnológicos. Se aplicaron herramientas participativas para detectar y clasificar los indicadores locales que están limitando la calidad del suelo y del agua en las comunidades y así aplicar los correctivos de manera más acertada. Se realizó un análisis de tendencia y monitoreo de los recursos naturales a nivel de la microcuenca, para lo cual se utilizaron una serie de herramientas participativas: mapeo, recorrido de la microcuenca con la comunidad, historia de la comunidad, análisis de tendencia. Se reforzaron las actividades de capacitación a través de talleres, charlas, ferias del suelo, etc. (CIAT, 1999c)

Se tuvo como base la implementación de metodologías de Investigación Participativa en todas las fases del proceso: diagnóstico, planificación, instalación y desarrollo de los ensayos, análisis y difusión de los resultados, a fin de lograr el desarrollo de referenciales tecnológicos de bajo impacto ambiental a nivel de estos sistemas de producción, que propendan a la mayor eficiencia de los recursos locales, a la disminución de los costos de producción y a la búsqueda de otras alternativas productivas. Se planteó recuperar aquellas prácticas que aún siendo adecuados al medio han sido abandonadas o son usadas por un número muy pequeño de productores, tratándose en muchos casos de conocimientos desarrollados en forma autóctona.

El proceso metodológico se basó en el modelo de los Comité de Investigación Agrícola Local, el cual plantea el fortalecimiento de la gestión comunitaria en Investigación y Extensión, lo cual implica un proceso permanente de capacitación y organización de las comunidades para poder abordar en equipo con los técnicos, las actividades de investigación que les permitirán encontrar respuestas a sus limitantes. El proceso comprende tres etapas: ensayos de prueba, comprobación, semicomerciales y comerciales; al final podremos contar con referenciales locales validadas a nivel de las comunidades participantes, lo cual se traduce en recomendaciones fácilmente difundibles y de gran aplicabilidad a nivel del área de influencia (CIAT, 1999b). Con el propósito de reducir el gran impacto producido por los procesos erosivos derivados de la actividad agropecuaria, se establecieron un conjunto de prácticas conservacionistas o sistemas alternativos tendientes a mejorar el manejo de los recursos naturales, principalmente agua y suelo.

Hasta la fecha se han instalado en fincas de los productores 4 parcelas de Conservación, donde se han evaluado diversas prácticas de conservación de suelos y aguas: coberturas, barreras vivas, cultivos múltiples, terrazas, preparación de tierras con tracción animal, siembra en contorno, etc. Se ha instalado una parcela de Recuperación en lotes muy degradados, en las cuales se han evaluado las prácticas de encalado, barreras, siembra de pastos y leguminosas, rotaciones de cultivo, etc. Estas parcelas han funcionado como unidades de experimentación y difusión. Durante la etapa de planificación y desarrollo de estas parcelas se han realizado varias Evaluaciones Participativas, a fin de conocer los criterios manejados por los productores al evaluar las prácticas así como la prioridad de selección de algunas de ellas. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de los sistemas de riego existentes en las distintas comunidades bajo estudio y

se evaluaron alternativas de riego en parcelas de los productores que permitan el uso racional del agua y frenar los procesos erosivos de los suelos para el cultivo de las hortalizas.

En cada etapa, se analizaron los resultados con los participantes y se preparó una reunión de retroinformación a la comunidad. El análisis de los resultados y la discusión con la comunidad ha permitido afianzar o reorientar las actividades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Método Participativo para Identificar y Clasificar Indicadores Locales de Calidad de Suelo, permitió la construcción de la Matriz de Priorización de los indicadores locales de calidad de suelo por los agricultores de la microcuenca de Monte Carmelo, encontrándose que los indicadores de fertilidad, cantidad de materia orgánica, desgaste de los suelos y la forma como han sido trabajados (con o sin tractor), son los considerados de mayor importancia por lo miembros de la comunidad para el reconocimiento de los diferentes tipos de suelos de la región (prioridad 1, 2, 3 y 4 respectivamente). Tabla I.

Tabla I. Matriz de Priorización de los indicadores de Calidad de Suelos. Microcuenca Monte Carmelo, estado Lara, Venezuela

		Prioridad de los Grupos							
N°	Indicadores Positivo/Negativo	1	2	3	4	5	total	Promedio	Prioridad
1	Tierra negra-/-tierra amarilla	13	4	6	7	10	40	8	
2	SueloFlojo-/-Suelo apretado	5	8	10	9	11	43	8.6	
3	Presencia de Bledo, cadillo-/- Presencia de grama, uveda, helecho	6	15	11	12	15	53	10.6	
4	Suelo conserva agua-/-Suelo seco	11	14	14	10	9	58	11.6	
5	Terreno sin pendiente-/-Terreno con mucha pendiente	12	10	13	14	16	65	13	
6	SueloProfundo-/-Suelo poco profundo	10	11	7	11	7	46	9.2	
7	Buena producción.-/-poca producción	8	7	4	5	4	28	5.6	
8	Terreno trabajado con bueyes-/- Terreno trabajado con tractor	9	2	5	2	5	23	4.6	4
9	Presencia de Organismos-/-sin organismos	3	6	9	4	2	24	4.8	
10	TerrenoSin piedra-/terreno-con piedra	18	13	18	18	18	85	17	
11	SueloFértil l-/-suelo sin fertilidad	1	1	1	3	1	7	1.4	1
12	Suelo poco acido-/ suelo-ácido	14	9	8	8	13	52	10.4	
13	Suelo con alta M.O. -/-suelo con baja M.O.	2	3	2	6	3	16	3.2	2
14	Suelo con poca arcilla-/-Suelo arcilloso	7	17	12	13	17	66	13.2	
15	Terreno descansado-/-Terreno agotado	4	5	3	1	6	19	3.8	3
16	Terreno sin laja-/-terreno lajoso	19	12	17	16	19	83	16.6	
17	Terreno sin zanja-/-terreno con zanja	20	18	16	15	14	73	14.6	
18	Terreno sin pastoreo-/-Terreno con pastoreo	17	16	19	17	20	89	17.8	
19	Terreno sin quema-/-terreno quemado	16	19	20	19	8	82	16.4	
20	Terreno sin viento-/-terreno con viento	15	20	25	20	12	82	16.4	

Los productores dibujaron el Mapa de la zona y definieron el transecto, que sirvió de guía para el recorrido de la microcuenca. Toda la información recopilada durante la caminata fue posteriormente procesada y analizada por los participantes del taller, también se utilizaron indicadores de calidad de los recursos naturales para realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de los mismos. Para construir la matriz de indicadores de calidad de los recursos naturales se utilizó una escala de 1 a 3, donde el valor de 1 representó una situación deficiente, 2 regular y 3 buena. La matriz destaca problemas de suelo en cuanto a fertilidad y pérdida de la capa arable, lo que trae como consecuencia la disminución de la infiltración y problemas de escorrentía, repercutiendo en la disminución de los rendimientos de los cultivos e incremento de las plagas. Se destacan los problemas de tenencia, los conflictos por tierras y aguas y la dificultad de contar con animales como vacas, bueyes, toros. Tabla II.

En la Tabla III se detalla una Evaluación Abierta de 16 prácticas de Conservación, en etapa de planificación, donde se destacan las siguientes: Preparación de suelos con Bueyes, Siembra de Pastos, Rotación de cultivos y Siembra en contorno como las prácticas consideradas por los productores como las mejores para sus condiciones. Estos resultados coinciden totalmente con las prácticas conocidas y manejadas tradicionalmente por los productores, mientras que las prácticas de barreras muertas, terrazas y barreras combinadas fueron descartadas, privando razones como el costo, la dificultad para hacerlas y el hecho de no tener tierras propias.

Durante el desarrollo de la Parcela de Conservación se evaluaron 9 prácticas de conservación de suelos y aguas, evaluándose además la práctica de Manejo Integrado de Plagas (MIP), por considerarla de gran importancia en la disminución de la cantidad de plaguicidas aplicado en la zona y por su repercusión benéfica en el ambiente y por ende en la salud de la comunidad y calidad de los productos.

En la Tabla IV se registran los puntajes dados por los productores al evaluar las 10 prácticas de conservación, destacándose las siguientes prácticas: Uso de Tracción Animal para la preparación de los Suelos y MIP, ambas en 1er lugar (es importante señalar que todos los productores coincidieron en darles a estas prácticas la mayor puntuación); la siembra de cultivos en contorno quedó ubicada en 2º lugar; el uso de coberturas y siembra de cultivos múltiples ambas en 3er lugar. Estos resultados coinciden con los de la evaluación que se realizó en la etapa de Planificación, demostrando la preferencia de los productores por aquellas prácticas que ya conocen y tienen experiencia de sus beneficios. En el caso de los cultivos múltiples están dispuestos a sembrar máximo 3 cultivos, con la salvedad que deben intercalarse cultivos del mismo ciclo para facilitar en manejo y conocer cuales son las mejores combinaciones para ayudar con el manejo de las plagas y el manejo de la fertilización.

En la Tabla V se detallan los criterios tanto positivos como negativos señalados por los productores durante las evaluaciones.

Los productores se mostraron muy interesados en las prácticas de conservación evaluadas, destacándose en ellos conciencia sobre la conservación de los recursos suelos y aguas, quizás producto de la situación de deterioro en que se encuentran sus suelos. Varios señalaron su disposición a realizar una que otra práctica en sus parcelas. Los características que buscan los productores de una práctica de conservación, fundamentalmente están relacionada con evitar el arrastre de los suelos y mantener la humedad. Los productores descartaron las prácticas que representan problemas con el manejo, o que requieran mucho trabajo y/o costos.

En la parcela de Recuperación se procedió a realizar una evaluación con 8 productores de la zona, donde se señalan los criterios manejados por ellos al evaluar las prácticas instaladas. Tabla VI.

Tabla II. Matriz de indicadores de calidad de los recursos naturales. Microcuenca Monte Carmelo, estado Lara. Venezuela

AGUA	PUNTAJE	TOTAL
Fuentes de agua	2,5	16
Disponibilidad de agua en verano	2,5	
Fuentes de contaminación	2	
Acceso a un proyecto de agua potable	3	
Estado del proyecto de agua potable	3	
Calidad del agua potable	3	
BOSQUE		11
Área de bosque	2,5	
Diversidad de especies de árboles	3	
Leña	3	
Área en reforestación	2,5	
SUELOS		21,5
Fertilidad del suelo	2,5	
Profundidad de la capa fértil	2	
Color del suelo mojado	2	
Textura del suelo	2	
Infiltración del agua	2	
Retención de agua	2	
Erosión	2	
Quema	3	
Uso de obras de CSA	2	
Tipo y cantidad de malezas	2	
CULTIVOS Y RENDIMIENTOS		5
Diversidad de cultivos	3	
Cambios en el rendimiento	1	
Plagas y enfermedades	1	
ANIMALES SILVESTRES		2
Diversidad de animales silvestres	2	
PASTOS		8
Cobertura de pastos	3	
Calidad de los pastos	2	
Capacidad de carga animal	3	
ANIMALES DOMESTICOS		5
Tenencia de animales mayores	1	
Tenencia de animales menores	2	
Consumo de productos lácteos locales	2	
ACCIONES, CONFLICTOS		6
Presencia de organizaciones	3	
Acción comunitaria	2	
Conflictos	1	
OTROS INDICADORES		10
Tenencia de tierra	1	
Infraestructura en la zona	2	
Luz eléctrica	3	
Acceso a la zona	2	
Nivel de vida	2	

Tabla III. Evaluación Abierta de Prácticas de Conservación y Manejo de Suelos y Aguas. Microcuenca Monte Carmelo, estado Lara. Venezuela

	EVALUADORES								
Práctica evaluada	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**Total**	**Lugar**
Preparación con bueyes	5	5	5	5	5	5	5	35	1
Barreras vivas	5	5	5	3	5	1	5	29	
Rotación de cultivos	5	5	5	5	5	3	5	33	2
Mínima labranza	5	5	5	3	1	5	3	27	
Rotación de potreros	3	5	5	5	3	1	5	27	
Barreras combinadas	3	5	3	1	3	1	1	17	
Cultivos en franjas	5	5	5	5	1	3	1	25	
Cobertura viva	5	5	5	3	5	3	3	29	
Barreras rompe viento	3	3	1	1	3	5	3	19	
Barreras muertas	1	3	1	3	1	1	3	13	
Coberturas muertas	1	5	5	5	1	3	5	25	
Cultivos asociados	5	5	1	5	3	3	1	23	
Prueba de infiltración	5	5	5	5	3	1	5	29	
Terrazas	3	1	3	5	1	1	1	15	
Siembra de pastos	5	5	5	5	5	5	5	35	1
Siembra en contorno	5	5	5	5	5	5	5	35	1
5 BUENA			**3 REGULAR**				**1 MALA**		

Tabla IV. Resultados de la Evaluación Participativa sobre Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas. Microcuenca Monte Carmelo, estado Lara. Venezuela

	EVALUADORES																			
Prácticas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**Total**	**X**	**Lugar**
Barreras vivas	3	5	3	5	3	3	5	5	3	5	3	5	5	3	3	3	5	67	3,94	
Barreras muertas	3	3	3	3	5	5	3	3	3	5	5	3	3	5	3	3	5	63	3,71	
Terrazas	5	3	5	3	5	3	3	5	3	5	5	3	3	5	5	5	3	69	4,06	
Hidrogel	1	-	-	1	5	5	5	5	3	-	1	3	3	3	5	-	-	40	3,3	
Cobertura	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	77	4,53	**3**
Cultivos múltiples	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	77	4,53	**3**
Siembra melgas	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	75	4,41	
Contorno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	-	5	5	76	4,75	**2**
Tracción animal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	85	5	**1**
MIP	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	85	5	**1**

Tabla V. Criterios señalados por los productores durante la evaluación de Prácticas de Conservación y Manejo de Suelos y Aguas. Microcuenca Monte Carmelo, estado Lara. Venezuela

CRITERIOS POSITIVOS	Nº de veces señalado	Prioridad
Protege el suelo del arrastre	76	1
Mantiene la humedad del suelo	25	2
Ayuda en el control de plagas	18	3
Actúa como rompevientos	11	4
Se aprovecha el abono	10	5
CRITERIOS NEGATIVOS		
Difícil de utilizarla en parcelas grandes; solo sirve para parcelas pequeñas	14	1
Dificulta el manejo, es permanente, después no se puede meter tractor	10	2
Da mucho trabajo	10	2
Hace falta conocer más de la práctica	8	3
Es costosa	7	4

Tabla VI. Criterios señalados por los productores durante la evaluación de la parcela de Recuperación de Monte Carmelo

Prácticas evaluadas	Comentarios de los productores
Encalado	Bueno, antes no se daba nada, ahora se da bien la alfalfa y el pasto. Sube el pH.
Preparación de suelos con animales	Evita el arrastre de suelos; el suelo no se compacta; es económico.
Siembra de leguminosas y pasto	Tenemos experiencia con la alfalfa, aporta N, con el pasto hay poca experiencia. Ambos incorporan materia orgánica, sirven de alimento para los animales, protegen el suelo, no dejan que el suelo se apriete.
Canal de drenaje	Evita que el agua arrastre el suelo, frena la tierra
Barreras vivas	Doble propósito, evita el arrastre y sirve de alimento para los animales. Si se trabaja con bueyes la barrera no es problema. Si se trabaja con tractor la barrera es un obstáculo.
Hidrogel	Sale poca maleza, se pude arrancar el monte con facilidad, evita el arrastre de suelo.

Los criterios positivos que más fueron señalados durante la evaluación fueron: no permite el arrastre de los suelos y evita que el suelo se compacte. Entre los criterios negativos destacan: la poca experiencia en algunas prácticas y la dificultad en el manejo.

BIBLIOGRAFÍA

BOJANIC, A.; M. CANEDO; Y. GIANOTLEN; M. MORALES; C. RANABOLDO; W. RIJSSENBEEK (1999). Demandas campesinas. Manual para un análisis participativo./ La Paz, Embajada Real de los Países Bajos. 136 p.

BRYAN, D.; D. EAGLE; B. FINNEY (1987). Manejo del Suelo. Editorial Ateneo, Buenos Aires-Argentina 228 pp.

CIAT (1999a). Cuando la comunidad decide. Cultivando Afinidades. Mayo.

CIAT (1999b). Fortalecimiento de la Población Rural. CIAT en perspectivas. Cali, Colombia.

CIAT (1999c). Nueve Instrumentos de Apoyo a la Toma de Decisiones para El Manejo Sostenible de los Recursos Naturales. Cali, Colombia.

EDWARDS, A.; RATTAN, L.A.L.; MADDEN, P.; MILLER, R.H.; HOUSE, G. (1990). Sustainable Agricultural Systems.

FERREIRA DA SILVA, L. (1993). Manejo de los recursos naturales de los trópicos y sus consecuencias, contradicciones y perspectivas del uso en agricultura sostenible, Instituto Colombiano Agropecuario.

FONAIAP-CIARA (2000). Sondeo rural participativo en 8 comunidades de los municipios Crespo, Andrés Eloy Blanco y Jiménez del estado Lara, Venezuela. Mimeografiado. Sp.

HURTADO DE CAMPO, M. (1997). Desarrollo armónico de la comunidad de una cuenca en Colombia mediante la concertación entre comunidad e instituciones. En: Muller-Sämann, K. M.; Restrepo, J. M. (comps.). Conservación de suelos y aguas en la zona andina: hacia el desarrollo de un concepto integral. Memorias del Taller Internacional Regional. Cali, Col., Centro Internacional de Agricultura Tropical. P. 138-147.

MARNR (1992). Estudio de Suelos de la Cuenca Alta del Río Yacambú, Estado Lara. Nivel Preliminar. Escala 150.000 Región Lara.

METTRICK, H. (1999). Investigación agropecuaria orientada al desarrollo. (Trad de Leonardo Salazar). FONAIAP/ICRA. 232 p. (Serie D Nº 38). Maracay.

NORMAN M.J.; C.J. PEARSON; P.G. SEARLE (1995). The ecology of tropical food croops. Segunda Edición. University Press., Cambridge. Great Britain, 430 pp.

PEARSON C.J.; D.W. NORMAN; J. DIXON (1995). Sustainable dryland cropping in relation to soil productivity. B 72. FAO Roma, Italia, 146 pp.

PRATAP, N.; R.S. CHAUDHARY; R.K. SINGH (1994). Efficacy of conservation measures in Northern Hilly Region. Indian J. Soil Conservation. 22 (1): 42-62.

PRIMAVESI, A. (1984). Manejo Ecológico del Suelo. Quinta Edición. Editorial Avellanera, Buenos Aires Argentina 498 pp.

YOUNG, A. (1989). Agrofotesty for soil conservation. C.A.B International Council for Research in Agroforesty.

Compostos de plantas com actividade aleloquímica

ANA AGUIAR[1], MARGARIDA BASTOS[2]

[1] ICETA/CECA – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Vairão, 4485-661 Vila do Conde, Portugal. anaaguiar@mail.icav.up.pt
[2] LEPAE – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 4200-465 Porto. Portugal. mbastos@fe.up.pt

RESUMO

As plantas produzem compostos secundários que medeiam a interacção entre indivíduos de diferentes espécies. Esses compostos, denominados aleloquímicos, estão frequentemente envolvidos em processos de defesa das plantas contra ataques de insectos induzindo nestes um comportamento de repulsão. Paralelamente alguns compostos induzem no insecto receptor um comportamento de atracção.

Na maior parte das espécies que são pragas agrícolas ou florestais é a fêmea que escolhe o local onde a descendência se irá desenvolver; os estados imaturos têm reduzida ou nula possibilidade de escolha. Na escolha da fêmea estão geralmente envolvidos estímulos químicos percebidos pelo insecto através de receptores específicos associados aos sentidos do aroma e do gosto.

Neste estudo foram utilizadas fêmeas fertilizadas de *Lobesia botrana* Den. & Shiff. (Lepidoptera: Tortricidae), praga chave nas vinhas do Noroeste de Portugal.

A metodologia dos bio-ensaios foi ajustada procurando-se obter os melhores resultados.

Testaram-se extractos metanólicos das castas Loureiro e Trajadura da Região dos Vinhos Verdes. O tratamento estatístico (teste Wilcoxon para α= 0,05) dos resultados mostrou não haver qualquer preferência pelos extractos quando comparado com o solvente. Uma breve análise das possíveis utilizações dos resultados desta investigação como meio de luta contra pragas de culturas agrícolas é efectuada.

INTRODUÇÃO

As plantas são uma riqueza quase inesgotável de compostos orgânicos. São conhecidos mais de 10.000 metabolitos secundários estimando-se que o número total seja superior a 400.000 compostos (SCHOONHOVEN, 1982). Estes compostos secundários são frequentemente reconhecidos como aleloquímicos estando envolvidos em mecanismos de defesa das plantas.

Contudo muitos dos insectos desenvolveram capacidades de adaptação a esses compostos utilizando-os como sinais para as encontrar ou reconhecer Paralelamente insectos não específicos podem ser repelidos ou dissuadidos a efectuar a postura por esses mesmos compostos (RENWICK & HUANG 1994).

O comportamento do insecto é guiado por estímulos físicos e químicos que influenciam a aceitação ou rejeição do hospedeiro. As espécies de pragas olígofagas têm apetência para um conjunto de plantas que têm em comum as mesmas classes de compostos secundários, compostos estes que podem estimular a actividade de postura ou a actividade alimentar. É o caso dos glucosinolatos que são responsáveis pelo reconhecimento do hospedeiro por todos os insectos que são pragas de crucíferas (RENWICK *et al.*, 1992).

Sabe-se que as características de cada planta condicionam o comportamento dos insectos que a utilizam para alimento, para abrigo ou simplesmente para descanso.

A selecção da melhor planta para postura é crucial para o desenvolvimento da descendência de muitos insectos fitófagos (RENWICH, 1983).

Para reconhecer o melhor local para a postura a fêmea possui receptores de energia mecânica (como o tacto), química (olfacto e gosto), térmica e hídrica e radiante (visão) (CARVALHO, 1986).

Ao optar por efectuar a postura num determinado local, a fêmea está a aplicar conhecimentos que adquiriu ao longo da sua vida e que acumulou das gerações anteriores (RAMASWAMY, 1994).

Substâncias de contacto específicas juntamente com substâncias químicas generalistas induzem a postura em determinadas plantas ou partes de plantas (STAEDLER, 1986; METAYER *et al*, 1993). O comportamento de postura é condicionado por sinais positivos e negativos provenientes de várias plantas (RENWICH & HUANG, 1994) cujo desenrolar pode ser apresentado como uma sequência de opções sintetizadas na Fig. 1.

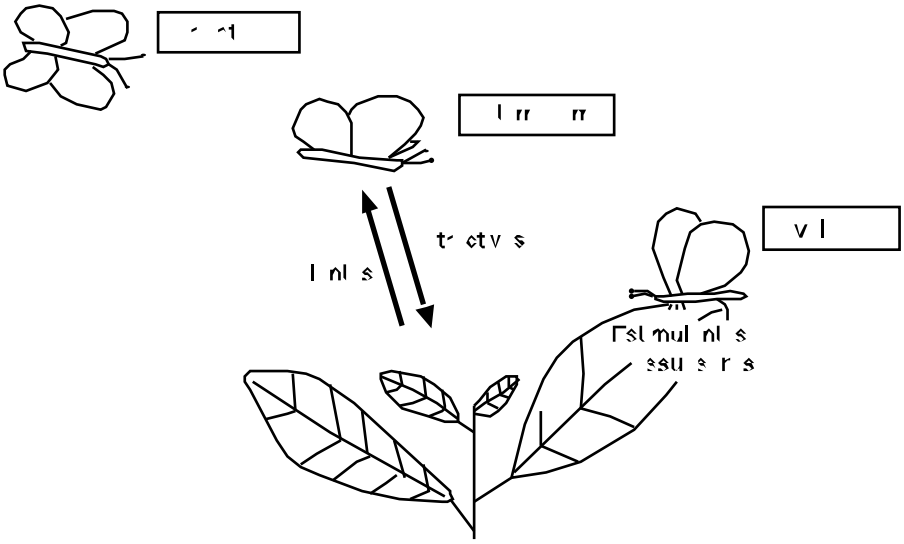


Fig. 1. *Sequência de opções no comportamento de postura (adaptado de Renwick, 1989)*

Neste processo de selecção podem ser consideradas duas fases: a selecção à distância, em que o insecto utiliza essencialmente a visão e o olfacto, e a selecção por contacto, em que o insecto retira, da textura da planta, informação mecânica e, em muitos casos de importância decisiva, as substancias químicas presentes na planta através de receptores gustativos (LOON, 1996).

Compostos mais ou menos voláteis emitidos pelas plantas também podem estar envolvidos no comportamento de postura (BERTSCHY *et al*, 1999; HURTREL & THIERY, 1999; POTTING *et al*, 1999).

Com o trabalho desta equipa pluridisciplinar que envolve químicos e agrónomos pretende-se, numa primeira fase, reconhecer e identificar os compostos das plantas com bio-actividade com possibilidade de serem utilizados em luta biológica ou luta biotécnica no controle de pragas agrícolas.

Neste trabalho é avaliada a preferência da fêmea de *L. botrana* relativamente aos extractos metanólicos de uvas das castas Loureiro e Trajadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Extractos de uvas

Foram utilizados cachos de uvas das castas Loureiro e Trajadura da Região Demarcada dos Vinhos Verdes. Na escolha dos cachos procuraram-se aqueles que se encontravam completamente sãos, sem qualquer estrago. Os cachos encontravam-se no estado fenológico fecho do cacho (L). Foram colhidos na EVAG no dia 3 de Julho de 2001 e congelados no dia da colheita.

Para preparar o extracto as uvas foram deixadas a descongelar à temperatura ambiente durante duas horas. Com auxílio de uma tesoura de pontas finas os bagos foram cuidadosamente separados. Pesaram-se 100 gramas de bagos a que se adicionou 100 ml de metanol. Durante 5 minutos o metanol extraiu compostos da película. A solução foi filtrada e concentrada em evaporador rotativo a 40 ºC obtendo-se assim um volume de 25 ml.

Fêmeas de L. botrana

As fêmeas utilizadas nestes ensaios foram provenientes da criação existente no laboratório da Faculdade de Ciências em Vairão com origem em pupas oriundas da região de Bordéus e que entretanto tinham completado, em laboratório, cerca de dez gerações.

Bio-ensaios

Para os ensaios foram utilizadas caixas de plástico rígido com 20 cm x 15 cm x 7 cm forradas pelo interior com fibra sintética tapadas com dois vidros.

Pulverizaram-se os vidros que servem de tampa às caixas. Metade dos vidros foi pulverizada com extracto de uvas e outra metade com metanol.

Antes de serem colocados sobre as caixas os vidros estiveram durante três horas numa estufa a 40 ºC. Em cada caixa foi colocado um vidro pulverizado com extracto da casta a estudar (extracto) e um vidro com metanol (solvente).

Em cada caixa foi libertada uma fêmea fertilizada. Dois dias depois a fêmea foi retirada e os ovos postos em cada vidro foram contados.

RESULTADOS

O resumo das contagens dos ovos é apresentado nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1. Contagens dos ovos nos suportes com solvente e com extracto de Loureiro

	Solvente (metanol)	Extracto Loureiro	Total
Nº total ovos	434	698	1.132
Média/fêmea	29	47	75
Desvio padrão	19	25	21

Quadro 2. Contagens de ovos nos suportes com solvente e com extracto de Trajadura

	Solvente (metanol)	Extracto Trajadura	Total
Nº total ovos	297	282	579
Média/fêmea	23	22	45
Desvio padrão	17	11	25

Para tratamento estatístico dos resultados foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas (Scherrer 1984).

Como se pode ver no Quadro 3 os valores de T^+ são sempre superiores aos valores tabelados ($\alpha = 0,05$). Não podemos afirmar que haja diferenças na preferência da superfície para postura nas situações com e sem extracto.

Quadro 3. Valores de T calculado e T tabelado para os bio-ensaios

Solvente	Extracto	n	T+	T(0,05)	
Metanol	Loureiro	15	92	30	n.s.
	Trajadura	13	70	21	n.s.

DISCUSSÃO

Em ensaios efectuados previamente foi utilizada a metodologia desenvolvida por Thiery (com.pes.) que consiste na oferta a cada fêmea de dois conjuntos de quatro berlindes pulverizados um com extracto e outro com solvente. A utilização dessa metodologia nas nossas condições induziu a que mais de 50% das fêmeas não efectuaram postura e as restantes efectuaram em média 6,5 ovos/fêmea. Estes valores são muito baixos quando comparados com os valores médios de postura da criação em situação de cativeiro (superior a 30 ovos/dia nos primeiros dois dias (AGUIAR & BASTOS em. publ.).

Impunha-se a necessidade de adaptar o bio-ensaio de forma a que as condições permitissem uma taxa de postura semelhante à média da criação. O suporte de postura deixou de ser

a placa com berlindes colocada no fundo da caixa para serem duas placas de vidro colocadas na vertical.

Um primeiro resultado deste estudo prende-se com a metodologia utilizada. A cada fêmea de *L. botrana* foram propostos dois locais de postura. A quantidade total de ovos postos por cada fêmea no bio-ensaio é semelhante à média de ovos postos pelas fêmeas em situação de cativeiro.

Estudos publicados mostram que a postura é máxima no segundo dia após o acasalamento (RAPAGNANI *et al*, 1989) e que a escolha do local de postura é dependente de um processo de aprendizagem (HURTREL & THIÉRY, 1995). Assim a opção por deixar as fêmeas durante dois dias permitiu que estas efectuassem uma escolha mais clara fornecendo-nos assim dados mais sensíveis.

Verifica-se que, nas condições do ensaio, o solvente não extraiu compostos com bio-actividade relativamente à fêmea fertilizada. É provável que a utilização de outros solventes e a consequente extracção de diferentes compostos possa fornecer resultados diferentes. A pesquisa de compostos bio-activos será necessariamente acompanhada e guiada pelos bio-ensaios.

Ensaios em curso utilizando diclorometano como solvente parecem indicar diferenças na postura efectuada na superfície com extracto e na superfície sem extracto.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se a Denis Thiéry, Investigador do INRA / Bordeus pelas explicações relativamente à metodologia por ele utilizada e envio de pupas de *L botrana*

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, A. (2002). «Estimativa do risco da traça da uva Lobesia botrana Den. & Schiff na Região Demarcada dos Vinhos Verdes.» Instituto Superior de Agronomia.

AGUIAR, A.; BASTOS, M. (em pub.). Criação de Lobesia botrana - porquê? Rearing Lobesia botrana - why? *V Enc. de Prot. Int.* Castelo Branco, Maio 2003.

BERTSCHY, C., P. DARRIET, D. DUBOURDIEU, A. XUEREB; DENIS THIÉRY (1999). Cicardian variation in the volatile emission of flowers from Cabernet Sauvignon grapevine cultivars. *Actas «5ª Conf. Inter. Sur Les Ravageurs Agric.»* Montpellier, 7-9 Déc.(2): 331-39.

CARVALHO J., PASSOS (1986). *Introdução à entomologia agrícola.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

HURTREL, B.; DENIS THIÉRY (1999). Modulation of flight activity in Lobesia botrana Den. & Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) females studied in a wind tunnel. *J. Insect Behaviour* 12, (2): 199-211.

HURTREL, B.; THIERY DENIS (1995). Facteurs modulant le comportement de vol des femelles d'eudémis de la vigne, Lobesia botrana Den. & Schiff. en tunnel de vol. *Acta «1er Atelier Ecoéthologie»*, Dourdan.

LOON, JOOP J.A. VAN (1996). Chemosensory basis of feeding and oviposition behaviour in herbivorous insects: a glance at the periphery. *Ent. Exp. Et Appl*. 80: 7-13.

METAYER, M., LE, M.H., PHAM-DELEGUE, D. THIERY; C. MASSON (1993). Influence of host and non-host plant pollen on the calling and oviposition behaviour of the European sunflower moth Homoeosoma nebulellum (Lepidoptera: Pyralidae*). Acta Oecologica* 14, (5): 619-26.

POTTING, R.P.J., G.M. POPPY; T.H. SCHULER (1999). The role of volatiles from cruciferous plants and pre-flight experience in the foraging of the specialist parasitoid Cotesia plutellae. *Ent. Exp. Et Appl.* 93: 87-95.

RAPAGNANI, M.R., V. CAFFARELLI; MARCELLO B. (1989). Ovideposizione a diverse temperature costanti e variabili di Lobesia botrana Den. & Schiff. (Lepidoptera - Tortricidae). *Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri* 46: 45-57.

RENWICK, J.A.A. (1989). Chemical ecology of oviposition in phytophagous insects. *Experientia* 45: 223-27.

RENWICK, J.A.A. (1983). Nonpreference mechanisms: plant characteristics influencing insect behaviour. In Hedin, *Plant resistance to insects*. 199-213.

RENWICK, J., ALAN, A., CELIA, D., RADKE, KUSUM SACHDEV-GUPTA; ERICH STADLEr (1992). Leaf surface chemicals stimulating oviposition by Pieris rapae (Lepidoptera: Pieridae) on cabbage. *Chemoecology* 3: 33-38.

RENWICK, J., ALAN; XINPEI HUANG (1994). Interacting chemical stimuli mediating oviposition by lepidoptera. Funcional Dynamics of Phytophagous insects. T N Anathakrishnan, 79-93.

SCHERRER, B. (1984). *Biostatistique*. Gaetan morin Editeur. Canada, 850.

SCHOONHOVEN, L.M. (1982). Biological aspects of antifeedants. *Ent. Exp. & Appl.* 31: 57-69.

STAEDLER, E. (1986). Oviposition and feeding stimuli in leaf surface waxes. In Juniper B. and Southwood, *Insects and plant surface.* London Edward Arnold, 105-21.

El compostaje de orujo de oliva de dos fases: viabilidad del proceso y potencial del compost como abono en agricultura ecológica

J. CEGARRA[1], J. A. ALBURQUERQUE, J. GONZÁLVEZ, D. GARCÍA

[1] Departamento de Conservación de Suelos y Agua y Manejo de Residuos Orgánicos. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC. Campus Universitario de Espinardo, Apartado de Correos 4195. 30080 Murcia (España).

RESUMEN

Se estudiaron las características agroquímicas del orujo de dos fases o alperujo a fin de evaluar su potencialidad para ser transformado, mediante compostaje, en abonos orgánicos utilizables en Agricultura Ecológica.

Los resultados indicaron que el alperujo es un material moderadamente ácido, muy rico en materia orgánica y con considerables niveles de potasio y nitrógeno. Otras características del alperujo, como su elevada humedad y su reducido tamaño de partícula, exigieron su mezcla con diversos agentes estructurantes para su compostaje, obteniéndose así abonos orgánicos con características más o menos comparables a las de los estiércoles y que no mostraron en ningún caso potencial fitotóxico residual alguno.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo y la actividad de la industria extractiva del aceite de oliva tienen una gran importancia económica y social en los países de la Cuenca Mediterránea. En España, el olivar ocupa el 13,1% de la superficie cultivada con 2.085.900 has (MUÑOZ–COBO, 1998), se emplea mayoritariamente para la obtención de aceite y constituye un pilar básico de la dieta mediterránea. Andalucía posee el 60% de la superficie olivarera española y produce el 80% del aceite de oliva, mientras que el resto se produce principalmente en Castilla- La Mancha, Extremadura, Cataluña y Valencia. En el período comprendido entre los años 1997/2002 la producción media anual de aceite de oliva en España se estimó en 987.625 toneladas y para la campaña 2001/2002 tal producción se ha previsto que alcanzará casi 1.400.000 toneladas (AAO, 2002), lo que representa alrededor de la mitad de la producción mundial.

Hasta finales de la década de los sesenta la extracción del aceite de oliva en España se realizaba con el método de prensa, sistema discontinuo que se sustituyó por las nuevas técnicas de centrifugación en sistema continuo. Dependiendo de las salidas que posea el decánter, se distinguen el sistema de tres fases que separa el aceite de la fracción sólida (orujo) y de la

acuosa (alpechín), altamente contaminante, y el de dos fases o ecológico que separa el aceite de una mezcla formada por orujo y las fracciones acuosas, denominada orujo de dos fases o alperujo. Este último sistema se introdujo en la campaña 1991-92, efectúa la separación del aceite sin la adición de agua al decánter o con una adición mínima dependiendo de la humedad de la aceituna a tratar y presenta como ventaja más importante que no genera alpechín. El alperujo presenta como principal inconveniente, respecto al orujo obtenido en el sistema de prensa y al de tres fases, su elevado contenido en agua que, junto con la incorporación de sólidos finos y compuestos orgánicos tales como azúcares, ácidos orgánicos y polialcoholes, procedentes de las fracciones líquidas, le otorgan una mayor fluidez, lo que constituye un problema para su almacenaje y manejo. De este modo, este subproducto, cada vez más devaluado, ha planteado siempre problemas a las orujeras que extraen su aceite residual, lo que unido a la reciente crisis del benzopireno, ha determinado que las almazaras deban incrementar sus gastos para desprenderse del mismo.

En España funcionan actualmente 1.766 almazaras de las cuales 833 se encuentran en Andalucía (AAO, 2002). La transformación al sistema de dos fases ha alcanzado hasta el momento al 90% de las almazaras españolas (BORJA, 2001) y se estima que un 75% del aceite español se obtiene por el sistema de dos fases, mientras que el resto se obtiene por el sistema de tres fases y menos del 5% por el sistema de prensas (MARTÍNEZ, 2001). Anualmente se producen unos 3,6 millones de toneladas de alperujo a nivel nacional que se tratan por alguna de estas vías:

- Tratamiento del alperujo con una segunda centrifugación, lo que permite obtener 1-2% más de aceite.
- Secado y extracción química para producir aceite de orujo. Sin embargo, la reciente detección de PAH en muestras de este aceite ha originado una grave crisis en el sector, obligando a incrementar sus costes de producción por la necesidad de refinar el aceite para consumo humano.
- Cogeneración de energía eléctrica, proceso que debe ser subvencionado para que resulte viable económicamente.

Por tanto y ya que la problemática del alperujo dista mucho de estar resuelta, se han considerado otras alternativas tecnológicas para su tratamiento. Una de ellas es el compostaje como método de preparación de abonos y enmendantes orgánicos y, en tal sentido, se han desarrollado algunas investigaciones en varios países de la UE (MADEJON y col., 1998; CEGARRA y col., 2000; ROSA y col., 2001) ya que tal método se considera viable desde un punto de vista económico y perfectamente aceptable, ecológicamente hablando. En todas las experiencias descritas se han utilizado residuos agrícolas o agroindustriales como agentes estructurantes o esponjantes que, añadidos al alperujo en pequeña proporción, incrementan su porosidad y mejoran el suministro de oxígeno durante el compostaje, lo que resulta decisivo para que el proceso sea técnicamente viable.

La transformación del alperujo en abono orgánico puede resultar así del mayor interés en explotaciones de olivo ecológico y, probablemente también, en otros cultivos propios de la Agricultura Ecológica, ya que están obligadas a soportar los elevados costes derivados de la utilización de abonos orgánicos producidos a partir de materias primas «limpias», procedentes de las propias explotaciones ecológicas agrícolas y ganaderas. Cabe afirmar, además, que

la alternativa de tratamiento del alperujo mediante compostaje ha de redundar en claros beneficios para el productor de este subproducto, ya que podrá así disponer de un producto final para su propio uso en el cultivo del olivo o para su comercialización en el amplio mercado de los composts y abonos orgánicos en general, frente al resto de tratamientos o alternativas que requieren disponer del alperujo a coste mínimo, en ocasiones incluso gratuito sin beneficio alguno para el productor del mismo o incluso pagando éste los costes de transporte hasta el lugar de tratamiento.

En la presente comunicación se informa sobre las características agroquímicas del alperujo y sobre su adecuado manejo para que pueda ser transformado, vía compostaje, en abonos orgánicos de calidad, completamente exentos de fitotoxicidad y perfectamente utilizables en Agricultura Ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo y caracterización del alperujo

El muestreo del alperujo se efectuó tomando veinte muestras del subproducto en diez almazaras localizadas en las provincias de Jaén, Córdoba, Málaga, Granada, Albacete, Cuenca, Tarragona y Murcia durante las tres campañas oleícolas sucesivas incluidas en el período 1997-2000.

Selección y caracterización de los agentes estructurantes

Se evaluaron los siguientes residuos orgánicos con vistas a determinar su efectividad como agentes esponjantes del alperujo: residuo de algodón (RA), raspajo de uva (RU), hoja de olivo (HO) y cama de vaca (CV). Sus características principales se exponen en la Tabla I. Todos los agentes mostraron un alto contenido en materia orgánica y un bajo contenido en agua. RU y HO presentaron el contenido más alto en lignina, mientras que RA mostró el mayor contenido en celulosa. RA y CV fueron los que registraron una mayor capacidad de retención hídrica, un mayor pH y una menor relación C/N, mientras que CV mostró el mayor contenido en nutrientes y el valor más alto de conductividad eléctrica.

Metodología del compostaje

Se prepararon 4 mezclas, con un peso cada una que osciló entre 3.000 y 4.000 kg, empleando dos de los agentes estructurantes analizados (RA y CV) y dos alperujos de diferente procedencia (AL1 y AL2). Los ensayos combinaron diversas estrategias de compostaje: el sistema Rutgers (ventilación forzada y control de la temperatura) auxiliado con volteos periódicos del sustrato (pilas 1, 2 y 4) o únicamente el sistema de volteos (pila 3):

Pilas 1 y 2: 92.6% AL1 + 7.4% RA (80/20, sobre peso seco).
Pilas 3 y 4: 90% AL2 + 9% CV + 1% compost maduro (87/11/2, sobre peso seco).

Las pilas 1 y 2 fueron volteadas únicamente una vez durante el proceso y fueron sometidas a diferentes máximos de temperatura para la activación de la ventilación en continuo del sistema (pila 1: 50°C y pila 2: 60 ^{o}C), mientras que las pilas 3 y 4 fueron volteadas un total de 14 veces. En todos los casos se mantuvo el grado de humedad de las pilas en el intervalo 40-60% y los lixiviados fueron recogidos para su posterior adición. El período activo del proceso fue de 26 semanas en los cuatro ensayos, sometiéndose a un período de maduración posterior que osciló entre los tres y los cuatro meses.

Los parámetros analíticos a los que se hace referencia en este trabajo se determinaron de acuerdo con lo publicado en un trabajo anterior (CEGARRA y col., 2000).

Tabla I. Características principales de los agentes estructurantes analizados: residuo de algodón (RA), raspajo de uva (RU), hoja de olivo (HO) y cama de vaca (CV)

Parámetros[1]	RA	RU	HO	CV
Humedad (%)	11,5	5,9	7,3	46,1
pH (agua 1:10)	6,80	4,40	5,60	7,47
Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	4,12	4,24	1,74	7,53
Materia orgánica (g kg^{-1})	933	934	906	664
Lignina (g kg^{-1})	232,0	362,3	319,1	185,0
Celulosa (g kg^{-1})	392,3	213,0	193,3	122,1
Hemicelulosa (g kg^{-1})	207,8	167,2	217,0	325,3
Carbono orgánico total (g kg^{-1})	477,0	480,7	524,0	369,1
Nitrógeno total (g kg^{-1})	21,3	8,0	13,3	19,4
Relación C/N	22,4	60,1	39,4	19,0
Fósforo (g kg^{-1})	1,8	0,6	0,8	2,5
Potasio (g kg^{-1})	17,4	20,0	5,7	35,8
Calcio (g kg^{-1})	23,0	6,3	26,0	63,7
Magnesio (g kg^{-1})	4,2	1,5	2,4	8,8
Hierro (mg kg^{-1})	1.710	204	337	1.442
Cobre (mg kg^{-1})	12	17	77	23
Manganeso (mg kg^{-1})	108	14	52	191
Cinc (mg kg^{-1})	40	6	13	159

[1] datos expresados sobre materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características del alperujo

El alperujo resultó un material moderadamente ácido, con escasa variación de los valores de pH entre las muestras analizadas, mientras que muestra valores de conductividad eléctrica con un mayor rango de variabilidad (Tabla II). Su contenido medio de materia orgánica es alto, estando en su mayor parte constituida por lignina, hemicelulosa y celulosa. También su contenido de carbono orgánico es elevado, mientras que el nivel de nitrógeno total no es demasiado importante, lo que determina valores de la relación C/N descompensados en la mayoría de las muestras. El contenido en potasio del alperujo es alto pero, en cambio, es pobre en fósforo y micronutrientes.

Tabla II. Características de las muestras de alperujo (n=20)

Parámetros[1]	Media	Rango
Humedad (%)	64,0	55,6-74,5
pH (agua 1:10)	5,32	4,86-6,45
Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	3,42	0,88-4,76
Materia orgánica (g kg^{-1})	933	849-976
Lignina (g kg^{-1})	426,3	323,0-556,5
Celulosa (g kg^{-1})	193,6	140,2-249,0
Hemicelulosa (g kg^{-1})	347,4	273,0-415,8
Carbono orgánico total (g kg^{-1})	519,8	495,0-539,2
Nitrógeno total (g kg^{-1})	11,5	7,0-18,4
Relación C/N	47,2	28,2-72,9
Contenido graso (g kg^{-1})	121,0	77,5-194,6
Carbohidratos hidrosolubles (g kg^{-1})	95,8	12,9-164,0
Polifenoles hidrosolubles (g kg^{-1})	14,2	6,2-23,9
Fósforo (g kg^{-1})	1,2	0,7-2,2
Potasio (g kg^{-1})	19,8	7,7-29,7
Calcio (g kg^{-1})	4,5	1,7-9,2
Magnesio (g kg^{-1})	1,7	0,7-3,8
Hierro (mg kg^{-1})	614	78-1.462
Cobre (mg kg^{-1})	17	12-29
Manganeso (mg kg^{-1})	16	5-39
Cinc (mg kg^{-1})	21	10-37

[1] datos expresados sobre materia seca.

Otras características del alperujo son su elevada humedad, escasa consistencia y reducido tamaño de partícula, propiedades que confieren al subproducto una limitada porosidad y, por tanto, dificultan la aireación de la masa. Estas propiedades, junto a su importante contenido en grasa y compuestos de naturaleza fenólica dificultan su transformación en abono y/o enmienda orgánica vía compostaje debido al carácter antimicrobiano atribuido a estas fracciones.

Seguimiento del compostaje

En general, se observó un incremento importante de la temperatura en todas las pilas desde el inicio del proceso como resultado de la mejora en la estructura física del sustrato de alperujo al añadirle los agentes estructurantes. Las pilas 3 y 4 alcanzaron temperaturas termofílicas claramente mayores que las pilas 1 y 2 lo que se relacionó con la mayor accesibilidad del oxígeno suministrado bien por los abundantes volteos (pila 3) o por la conjunción de la aireación forzada y los volteos (pila 4). Además, la cama de vaca aportó un sustrato rico en nutrientes fácilmente asimilables y, junto al compost maduro, ambos actuaron como agentes inoculantes y probablemente aportaron una carga microbiana mayor que el residuo de algodón en las otras dos pilas.

Los valores de pH generalmente se incrementaron, aunque lentamente al comienzo del proceso en la pila 3, a causa de la menor accesibilidad del oxígeno al sustrato comparado con la pi-

la 4. Estos resultados pueden relacionarse con el hecho de que la aireación fue más sostenida en la pila 4 que en la 3 ya que aquella se sometió a un régimen de ventilación forzada además de los volteos.

Los valores iniciales de la relación C/N (33-37) decrecieron durante el compostaje en todas las pilas, observándose los valores finales más bajos de la relación en las pilas 3 y 4 (aproximadamente 17). Estos resultados son acordes con la importante proporción de lignina remanente en todos los composts obtenidos del alperujo.

Las mayores pérdidas de materia orgánica se observaron en las pilas 3 y 4 debido a sus mejores condiciones para la aerobiosis, siendo en la pila 4 donde se registraron la mayor pérdida entre todas las pilas. También en esta última pila se registró la mayor pérdida de lignina que alcanzó un valor próximo al 41%.

También se siguió la evolución de la materia orgánica hidrosoluble durante el compostaje ya que es bien conocida su relación con la actividad biológica de los microorganismos al constituir la fuente más inmediata de compuestos orgánicos directamente asimilables. Esta fracción de la materia orgánica así como el contenido de carbohidratos hidrosolubles decrecieron durante el compostaje, alcanzando valores finales alrededor del 3 y 1%, respectivamente.

El contenido de grasas disminuyó rápidamente desde valores iniciales comprendidos entre el 9-10% hasta aproximadamente el 1% en los composts maduros, mientras que los polifenoles solubles en agua también disminuyeron a lo largo del proceso. El decrecimiento de estos compuestos potencialmente fitotóxicos se observó que iba asociado a un incremento gradual en el índice de germinación, el cual alcanzó valores superiores al 70% en todos los composts.

Características de los composts

Los composts fueron muy ricos en materia orgánica, con un valor medio de este parámetro incluso superior a la de una amplia muestra de estiércoles (Tabla III), a la vez que mostraron considerables contenidos de potasio y nitrógeno, de parecida cuantía a los típicos de los estiércoles, si bien cabe notar la menor disponibilidad del nitrógeno en el caso de los composts de alperujo, dada su naturaleza eminentemente orgánica. El nivel del resto de macro y micronutrientes, sin embargo, fue relativamente más bajo en los composts de alperujo, mientras que la relación C/N fue claramente superior que en los estiércoles, lo que debe relacionarse con la importante proporción de lignina presente en el alperujo. Esta última característica determina la mayor resistencia a la biodegradación edáfica observada en los composts de alperujo, cuando se ensayaron como enmendantes de un suelo de invernadero en comparación con estiércol vacuno y un compost preparado a partir de lodos de aguas residuales urbanas (datos no expuestos).

Tabla III. Composición de estiércoles de distinto origen, n=10 (Navarro, 1990) y composts elaborados a partir de alperujo (n=4)

Parámetro[1]	Estiércoles		Composts	
	Media	Rango	Media	Rango
pH	7,8	6,5-9,1	8,8	8,7-8,9
Conductividad eléctrica (dS m^{-1})	4,56	3,56-6,20	3,87	3,07-4,81
Materia orgánica (g kg^{-1})	756	545-859	850	793-900
Nitrógeno total (g kg^{-1})	31,7	17,7-46,0	24,0	21,7-26,3
Relación C/N	12,5	8,7-19,2	19,6	16,6-22,6
Fósforo (g kg^{-1})	3,2	1,0-5,1	1,7	1,4-1,9
Potasio (g kg^{-1})	20,9	11,0-35,9	34,4	24,9-42,7
Calcio (g kg^{-1})	56,4	29,5-102,2	20,0	12,8-29,7
Magnesio (g Kg^{-1})	9,8	5,1-15,9	4,1	2,8-5,7
Hierro (mg kg^{-1})	3.180	1.000-6.900	1.118	730-1.468
Cobre (mg kg^{-1})	256	15-492	28	21-36
Manganeso (mg kg^{-1})	280	112-402	68	44-98
Cinc (mg kg^{-1})	231	20-576	85	38-138

[1] datos expresados sobre materia seca.

AGRADECIMIENTOS

Los anteriores resultados han sido obtenidos en el desarrollo de los proyectos, OLI96-2147 y FAIR5-CT97-3620, financiados por la CICYT y por la Comisión Europea, respectivamente.

REFERENCIAS

AAO (2002). Agencia Española para el aceite de oliva. En http: //www.mapya.es/aao/default.htm.

BORJA PADILLA, R. (2001). Actividades del equipo de «Aprovechamiento de subproductos y tratamientos de residuos». Actas- Workshop Improlive 2000. En: Improlive 2000. Presente y futuro del alpeorujo. Editorial Complutense, S.A.

CEGARRA J.; AMOR, J.B.; GONZÁLVEZ, J.; BERNAL, M.P.; ROIG, A. (2000). Characteristics of a new solid olive-mill by-product («alperujo») and its suitability for composting. En: Proceedings of the International Composting Symposium (ICS´99) (P.R. Warman, B.R. Taylor, ed.), Halifax, Canada, part I, pp. 124-140.

MADEJON, E.; GALLI, E.; TOMATI, U. (1998). Composting of wastes produced by low water consuming olive-mill technology. Agrochimica, Vol. XLII, pp. 135-146.

MARTÍNEZ NIETO, L. (2001). Los residuos del olivar y de las almazaras. Máster en tratamiento de residuos. Universidad Internacional de Andalucía. 17 abril-29 junio, Baeza, Jaén (España).

MUÑOZ-COBO ROSALES, J. (1998). El olivar. Relaciones entre el agrosistema y su ornitocintosis. En: Primeras jornadas mediterráneas de olivar ecológico. Ecoliva´97. Puente de Génave, Jaén (España), 14-16 de Noviembre de 1997. Tomo I, pp. 17-34.

NAVARRO, A. (1990). Relaciones entre carbono orgánico y materia orgánica en residuos y subproductos orgánicos. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia.

ROSA, M.F.; BARTOLOMEU, M.L.; BAÈTA-HALL, L. SÀÁGUA, M.C.; ANSELMO, A. (2001). Olive oil husk composting in static aerated pile plants. En: Proceedings of the International Conference on Biological Processing of Waste: A Product-oriented Perspective (ORBIT 2001) (Spanish Waste Club, ed.), Sevilla, España, part II, pp. 419-425.

Aplicaciones prácticas de hongos formadores de micorrizas en sistemas agrícolas de Lanzarote

M.C. JAIZME-VEGA[1], T. ALCOVERRO[1], A. GARRIDO[2], G. MORALES[3]

[1] Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA)
[2] Granja del Cabildo Insular de Lanzarote
[3] Bodegas El Grifo

Las especiales características agrícolas de Lanzarote, producto de las condiciones de aridez extremas de la isla, hacen potencialmente factible la aplicación con éxito de los hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) en los sistemas de cultivo. Hasta el momento, se han estudiado en condiciones reales, el efecto de dicha practica sobre tomate y cebolla, especies de importancia económica y ecológica para dicha zona (JAIZME-VEGA et al., 2000).

Con el fin de avanzar en el conocimiento de los beneficios que el empleo de estos hongos puede suponer para otros cultivos tradicionales de Lanzarote, hemos diseñado nuevos ensayos donde tras aplicar en las primeras fases del cultivo un hongo MA local (*Glomus mosseae*) o un inoculo comercial (TRI TON®) sobre sandia y viña estudiamos sus consecuencias. Para ello, hemos evaluado estos efectos sobre cosecha, en el caso de la sandia y sobre el trasplante y desarrollo vegetativo en viña. Los resultados muestran incrementos en producción de un 30% y un 18% con respecto al control en el peso y numero de frutas por planta respectivamente en el caso de las plantas de sandías micorrizadas. En viña, se mostraron diferencias estadísticamente significativas en las variables experimentales relativas al crecimiento en aquellas plantas donde se aplicaron micorrizas, con respecto a los controles, tanto en el momento del trasplante, como después de cuatro meses en condiciones de campo. En general, no se registraron diferencias entre los efectos de ambos tipos de inóculos.

Manejo de la fertilización nitrogenada y selección de hospedero por *Phillotreta cruciferae G.* (*Coleoptera, Chrisomelidae*): comparación entre fertilización químico-sintética y biológica

RENÉ MONTALBA[1], MIGUEL A. ALTIERI[2]

[1] Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales - Instituto del Medio Ambiente, Universidad de la Frontera. Temuco - Chile.
[2] Universidad de California, Berkeley. USA.

RESUMEN

Con el objetivo de verificar la existencia de una selectividad de *Phillotreta cruciferae* hacia plantas de crucíferas fertilizadas con fuentes nitrogenadas químico-sintéticas en relación a plantas fertilizadas con sus homólogos de origen biológico, fue conducido un ensayo en el cual se utilizaron plantas de brócoli en tratamientos con distintas fuentes de fertilización nitrogenada (biológica y químico-sintética).

Los resultados obtenidos indicaron que en todas las fechas muestreadas se presentaron números significativamente menores de *P. cruciferae* en las plantas fertilizadas «orgánicamente» en comparación a aquéllas que se fertilizaron con urea, a la vez que se presentaron mayor número de estos en las plantas sin fertilización nitrogenada.

Dado lo antes expuesto, se concluye que el uso de distintas fuentes nitrogenadas (compost y urea) afecta significativamente la selección de hospederos de *P. cruciferae* y, por tanto, se considera que esta selectividad estaría explicando en parte las diferencias de poblaciones observadas entre cultivos de crucíferas fertilizados en forma orgánica y químico-sintética. Así también, debido a que la mayor población de *P. cruciferae* se presentó en el tratamiento al cual no se le aplicó nitrógeno, es probable que esta «atracción» se deba a otro factor, posiblemente relacionado con desequilibrios nutricionales producidos en las plantas.

INTRODUCCION

Múltiples agricultores ecológicos han planteado que sus cultivos, por lo general, presentan niveles de ataque de plagas mucho menores a que aquellos sistemas manejados convencionalmente. Según estos mismos, dentro de las causas que explican este efecto se encontraría el que las plantas fertilizadas «orgánicamente », al recibir una nutrición más «completa» y entregada más lentamente, resultan menos atractivas para los insectos fitófagos y más resistentes al ataque

de estos que aquellas a las cuales se les aplica fertilizantes sintéticos. Este efecto se ha observado más claramente con la fertilización nitrogenada.

Con el objetivo de verificar la existencia de esta selectividad por hospederos por parte de *Phillotreta cruciferae*, fue conducido un ensayo en el cual se utilizaron plantas de brócoli fertilizadas con fuentes de nitrógeno orgánicas (compost) y sintéticas (urea), en las cuales se monitoreó y comparó las poblaciones de *P. cruciferae.*

ANTECEDENTES

En numerosas ocasiones ha sido propuesto que un «crecimiento orgánico» de las plantas hacen que estas sean más saludables y resistentes al ataque de plagas y patógenos que las cultivadas convencionalmente, siendo esta disminución atribuida al manejo de la fertilidad del suelo (HOWARD, 1921, 1943, 1947; HUNTER, 1971; HYLTON, 1973; CHABOUSSOU, 1976; OEIHAE, 1978; BOERINGA, 1980; PHELAN y MASON, 1995; KAJIMURA y col., 1995). Según Phelan y col. (1995), este «crecimiento sano» de las plantas cultivadas «orgánicamente» se podría deber al efecto de dos parámetros; efecto inmediato de la fertilización orgánica versus la químico-sintética, y efecto a largo plazo por el manejo del suelo en los sistemas agrícolas.

La literatura registra ampliamente el mencionado «efecto inmediato» de la fertilización orgánica versus la químico-sintética en la reducción de poblaciones de insectos plaga (KOWALSKI y VISSER, 1979; COULLINEY y PIMENTEL, 1988; KAJIMURA y col., 1993; KAJIMURA y col., 1995). Kowalski y Visser (1979), han planteado que este efecto se debe a que las plantas a las cuales se les aplican altas dosis de fertilizantes nitrogenados solubles aumentan sus concentraciones de aminoácidos libres y nitrógeno no proteico, lo cual produciría una mayor taza de reproducción de los insectos fitófagos, además de actuar como atrayente de estos. La importancia que éstos autores atribuyen a la fertilización nitrogenada es confirmada por Warring y Cobb (1987) quienes, mediante la revisión de 187 estudios de fertilización realizados en USA, concluyeron que la mayoría de los insectos fitófagos no responden al aumento del contenido de fósforo o potasio en las plantas cultivadas, sin embargo al aumentar la fertilización nitrogenada y el contenido de nitrogeno en las plantas se encontró una clara respuesta de aumento de las poblaciones de estos insectos. Los mismo autores mencionan que revisiones similares, realizadas tanto en Europa como en Canadá, concuerdan con estas conclusiones.

Phillotreta crusiferae corresponde a una plaga primaria de los cultivos de especies crucíferas de California, la cual no tiene predatores ni parasitoides conocidos (ALTIERI y GLIESMAN, 1983). Culliney y Pimentel (1988), han encontrado poblaciones significativamente menores de este insecto en plantas fertilizadas con compost y guano en comparación a aquellas en las cuales se aplicó fertilizantes químico-sintéticos. A la vez que Altieri y Costello (1994), en adición a esta misma disminución en las poblaciones, registraron diez veces menor concentración de nitrógeno libre en las hojas de brócolis fertilizados orgánicamente (compost) que en aquellas a las cuales se les aplicó la misma dosis de nitrogeno bajo la forma químico-sintética (urea).

Pese a que las anteriores investigaciones han probado el aumento de las poblaciones de *P. cruciferae* mediado por la aplicación de fertilizantes nitrogenados químico sintéticos, no ha sido probado que, en adición a la mayor taza de crecimiento y reproducción, la selección de hospederos por parte de *P. crusiferae* resulta significativa al momento de explicar este fenómeno.

MATERIALES Y METODOS

En la estación experimental Gill Track, de la Universidad de California (Berkeley), fueron establecidas parcelas de nueve metros de largo por seis de ancho, en cada una de las cuales fueron transplantadas 35 plantas de brócoli cultivar Orión (F1). A modo de disminuir los efectos asociados a la alta movilidad del nitrógeno fue utilizada una distancia de 1,5 metros entre y sobre la hilera de plantación (Figura 1.). A las 15 plantas centrales de cada parcela le fueron asignadas, en forma aleatoria, tres tratamientos: T1, sin fertilización nitrogenada; T2, N fuente biológica ; T3, N fuente sintética (urea).

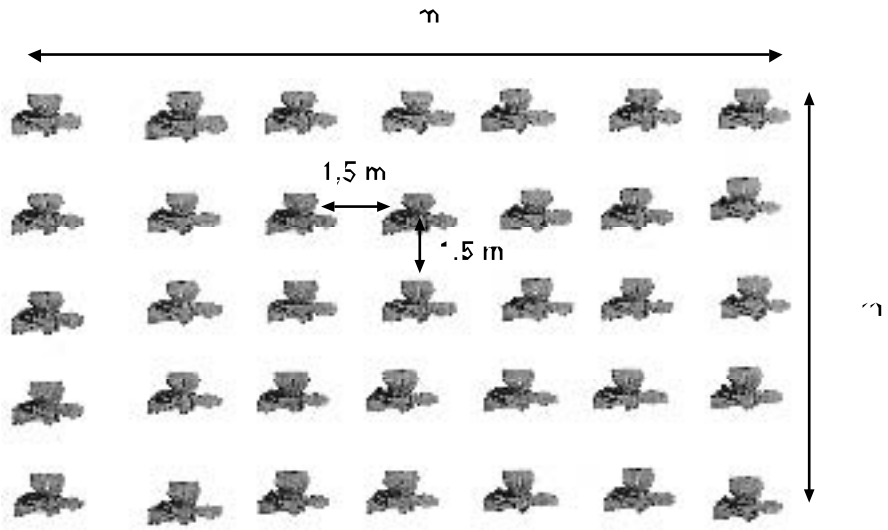


Figura 1. *Diseño de parcela experimental*

La fertilización se realizó siguiendo la recomendación del Departamento de Nutrición Vegetal de La Universidad de California, Davis. NPK (16-30-30) en el transplante y posteriormente aplicación de nitrógeno en la semana 2 y 5 después del transplante hasta completar 120 unidades. Las plantas se fertilizaron en forma individual, siendo aplicada a cada planta la fracción correspondiente a la dosis antes indicada tomando en cuenta una densidad de plantación de 50.000 plantas por hectárea. En todos los tratamientos se utilizó fertilización K y P, la que se aplicó en la forma de muriato de potasio y superfosfato triple. En el tratamiento 3 la aplicación de nitrógeno se realizó mediante urea y en el tratamiento 2 se aplicó un fertilizante orgánico comercial hecho a base de cama de broilers y compost vegetal (2% de N, 0.18% de K y 0.21% de P).

Las poblaciones de *P. cruciferae* se cuantificaron semanalmente en forma individual en cada planta, mediante método visual. Al final del período del ensayo las plantas fueron cortadas a nivel de suelo, llevadas a laboratorio y medida su productividad (M.V.).

Diferencias estadísticas en las medias de *P. cruciferae* y parámetros de producción de las plantas entre los tratamientos se determinaron por ANDEVA simple y la diferencia de medias fueron analizadas mediante la prueba de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS

En cuatro de las cinco fechas de control (días 7, 14, 21 y 28 post transplante) , la población de *P. cruciferae* fue notable y significativamente menor en las plantas cuya fuente de fertilización nitrogenada era orgánica en comparación a la encontrada en los otros dos tratamientos (N sintético y sin N). Así también, en dos de estas cinco fechas (días 14 y 21 post transplante) el tratamiento cuya fuente de nitrógeno era sintético presentó poblaciones significativamente menores de *P. cruciferae* que en el tratamiento en el que no se utilizó fertilización nitrogenada (Figura 2).

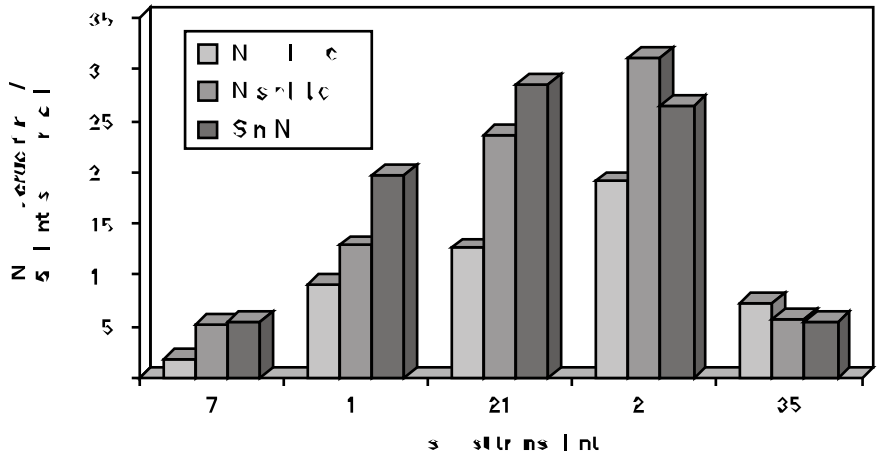


Figura 2. *Media de individuos de* P. cruciferae *en plantas de brócoli, con distintas fuentes de fertilización nitrogenada*

Al analizar el número acumulado de individuos de *P. cruciferae*, lo cual consiste en la sumatoria de las poblaciones encontradas durante todo el período de ensayo, este resultó ser significativamente diferente entre el tratamiento con nitrógeno orgánico (435,5 (D.S. = 87,5)) y los otros dos tratamientos, pero no hubo diferencias significativas entre el tratamiento con nitrógeno sintético y el que no se aplicó nitrógeno (768,4 (D.S. = 108,3) y 841,5 (D.S. = 198,4)) (Figura 3).

Tal como muestra la Tabla I, el peso total de las plantas (en base a materia verde) de brócoli mostró diferencias estadísticamente significativas en los tres tratamientos, correspondiendo el mayor de estos a las plantas fertilizadas con N orgánico y la menor a las plantas a las cuales no se les aplicó fertilización nitrogenada. En este mismo cuadro se muestran contenidos de nitrógeno nítrico foliar medidos en un ensayo de similares características realizado por Costello y Altieri (1994).

Tabla I. Productividad de las plantas de brócoli y contenido foliar de nitrógeno nítrico, según fuentes de fertilización nitrogenada

Tratamientos	(Px) MV 5 plantas (kg.)	Contenido foliar de nitrógeno nítrico[1] (ppm)
N biológico (compost)	3,2*	300*
N sintético (urea)	2,8**	3.700**
Sin N	2,0**	

Figura 2. Número acumulado de individuos de *P. cruciferae* en plantas de brócoli, con distintas fuentes de fertilización nitrogenada

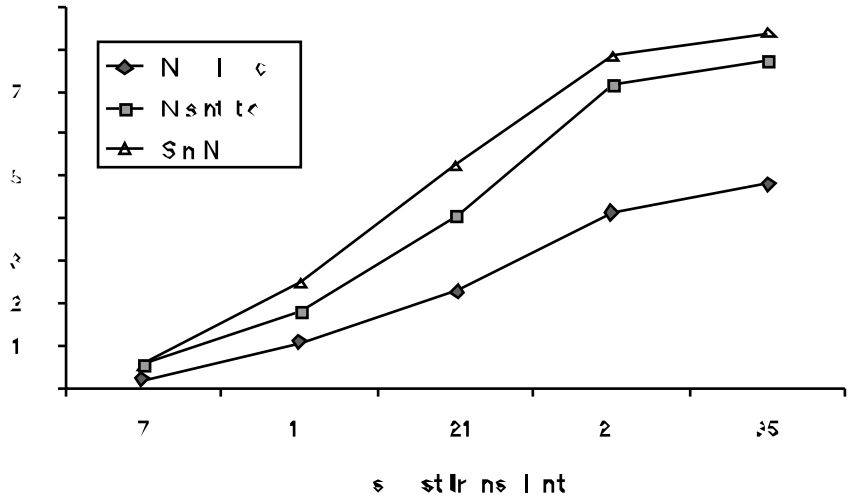


Figura 3. *Número acumulado de individuos de* P. cruciferae *en plantas de brócoli, con distintas fuentes de fertilización nitrogenada*

DISCUSIÓN

Las mayores poblaciones de *P. cruciferae* encontradas en plantas fertilizadas con compost en comparación a las cuales se les aplicó urea, son concordantes con las encontradas en otros ensayos (KOWALSKI y VISSER, 1979; COULLINEY y PIMENTEL, 1988; KAJIMURA y col., 1993; KAJIMURA y col., 1995). A la vez coinciden con lo encontrado por Culliney y Pimentel (1986) quienes trabajando con otra crucífera (col de hoja) obtuvo las máximas poblaciones de escarabajo pulga en tratamientos sin fertilización, un poco menor en los tratamientos con fertilización sintética y las menores poblaciones en los tratamientos con fertilización orgánica (compost).

Las mayores poblaciones de P. cruciferae en las plantas fertilizadas con N orgánico, en comparación a las que se les aplicó N sintético, es explicado por Jones (1976) como una respuesta a los altos niveles de nitrógeno encontrados en plantas abonadas con fertilizantes sintéticos de alta solubilidad y la relación que esto tiene con la atracción de insectos. En este mismo sentido, Fenwick (1983) menciona que ciertos compuestos sintetizados en las plantas son influenciados por los nutrientes que se les provee. En el caso especifico de muchas crucíferas cultivables se ha

documentado un incremento en la producción de glucosinolatos mediado por un aumento en la fertilización nitrogenada. Por su parte, los glucosinolatos constituyen un fuerte atrayente de varios insectos, entre ellos P cruciferae.

En vista de lo anterior y dadas las diferencias en los contenidos de N foliar libre entre plantas de brócoli fertilizadas con compost y urea (COSTELLO y ALTIERI , 1994; Cuadro1), podríamos concluir que: la selectividad de *P. cruciferae*, hacia hospederos fertilizados con N sintético, es debida a que la alta concentración y solubilidad de los fertilizantes químico sintéticos (en este caso la urea) eleva la concentración de N no proteico en la planta. De este modo, la alta concentración de N libre o su influencia en la síntesis de glucosinolatos (u otro compuesto) sería el responsable de la «atracción» de *P. cruciferae*. A la vez, esta selectividad estaría explicando en parte la variación de las poblaciones de este insecto mediadas por la aplicación de distintas fuentes de fertilización.

No obstante a esto, lo anterior no estaría explicando las altas poblaciones de *P. crusiferae* encontradas por Culliney y Pimentel (1986) en plantas sin fertilización nitrogenada y la preferencia de hospederos de estas mismas características, en comparación a las fertilizadas con compost, registradas en este ensayo. Por otro lado, varios autores han encontrado relación entre el balance de nutrientes en el suelo y la supresión de plagas, siendo esto demostrado en lepidópteros (LEUCK, 1972), trips (RHODES, 1979), langostinos (PRESTIDGE, 1982; KAJIMURA, 1995) y áfidos (BARKER y TAUBER, 1964; BLICKENSTAFF y col., 1954; DANIELS, 1957). Asumiendo que en este estudio la fertilización orgánica proveyó un favorable balance de nutrientes para brócoli que en el caso del fertilizante sintético, y por supuesto mucho más balanceado que el tratamiento sin fertilizar, es posible que la explicación al fenómeno de selectividad de hospedero, por parte de P crusiferae, se origine en la existencia de desbalances nutricionales en el suelo y la planta.

CONCLUSIONES

El uso de distintas fuentes nitrogenadas (compost y urea) afecta significativamente la selección de hospederos de *P. cruciferae* y, por tanto, se considera que esta selectividad estaría explicando en parte las diferencias de poblaciones observadas entre cultivos de crucíferas fertilizados en forma orgánica y químico-sintética.

Dado los mayores contenidos de nitrógeno libre encontrados en plantas fertilizadas con urea, en comparación a las que se les aplica N proveniente de fuentes biológicas, es posible que este N libre sea el que esta actuando como atrayente de *P. cruciferae*. No obstante lo anterior, para su verificación debiera conducirse un ensayo en el cual fueran probadas distintas dosis y fuentes de fertilización, y con ello de contenido foliar de N-libre, y relacionados con la incidencia y poblaciones de *P. cruciferae*.

Debido a que la mayor población de *P. cruciferae* se presentó en el tratamiento al cual no se le aplicó nitrógeno es probable que esta «atracción» se deba a otro factor, posiblemente relacionado con desequilibrios nutricionales de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A.; S.R. GLIESMAN (1983). Effects of plant diversity on the diversity on the density and herbivory of the flea beetle (*Phillotreta cruciferae Goeze*), in California collard (*Brassica oleracea*) cropping systems. Crop Protection, 1: 405-430.

BARKER J.S. Y TAUBER O.E. (1964). Fecundity of the pea aphid on garden pea under various combinations of ligth, moisture, and nutriends. Journal of. Economic. Entomology, 47: 113-116.

BLICKENSTAFF, C.C., MOREY, D.D.; BURTON, G.W. (1954). Effects of rates of nitrogen application on greenburg damage to oats, rye and reigrass. Agronomic Joumal of America, 46(7): 338.

BOERINGA, R. (1980). Alternative methods of agriculture. Elsevier, Amsterdan.

CHABOUSSOU, F., 1976. cultural factors an the resistance of citrus plants to scale insects and mites. En: Fertilizer use and plant health, international Potash Institute, worblaufen-bern, Suecia.

COSTELLO, M.; ALTIERI, M.A. (1994). Broccoli growth, yield and level of aphid infestation in leguminous living mulches. En: Biological Agriculture and Horticulture, vol. 10, pp. 207-222.

CULLINEY T.W.; D. PIMENTEL. (1986). Ecological effects of organic agricultural practices on insect populations. Agriculture Ecosystems Environment., 15: 253-266.

DANIELS, N.E. (1957). Greenbug populations and their damage to winter wheat as affected by fertilizer applications. Joumal of Economic Entomology, 50: 793-794.

FENWICK, G.R., HEANEY, R.K.; MULLIN M.J. (1983). Glucosinolates and their breakdown products in food plants. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 18: 123-201.

HOWARD, A. (1921). The influence of soil factors on disease resistance. Ann. Appli. Biol., 7: 373-389.

HOWARD, A. (1943). An Agricultural Teatament. Oxford University Press, Londres, Inglaterra.

HOWARD, A. (1947). The soil and healt. A Study of Organic Agriculture. Devlin-Adair, Nueva York.

HUNTER, B.T. (1971). gardening without poisons, 2nd edn. Houghton Miffin, Boston.

HYLTON, W.H. (Editor) (1973). Organically Grown Foods. Rodale Press, Emmaus, Pennsylvania.

JONES, F.G.W. (1976). Pests, resistence and fertilizers. En: Fertilizer Use and Plant Health International Potash Institute, Worblaufern-Bern, Suecia, pp. 233-258.

KAJIMURA, T., Y. MAEOKA, I.N. WIDIARTA, T. SUDO, K. HIDAKA, F. NAKASUJI; K. NAGAI (1993). Effect of organic farming on rice plant denciti on the population density of leafhoppers. Japon Joumal of Apply Entomology (Japon) 37: 137-144 (en japonés con resumen en inglés).

KAJIMURA T., I.N. WIDIATRA, K. NAGAI, K. FUJISAKI; F. NAKASUJI (1995). Effect of organic rice farming on Planthoppers, Reproduction of the White Backed Planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath. Respouse. Population Ecology. 37 (2), pp. 219-224.

LEUCK, D.B. (1972). Induced fall armywom resistence in pearl millet. Journal of Economic Entomology, 65: 1.608-1.611.

OELHAF, R.C. (1978). Organic agriculture: Economic and Ecological Comparisons with conventional methods. wiley, Nueva York.

PHELAN, P.L., MASON, J.F.; STINNER, B.R. (1995). Soil-fertility management and host preference by Europian corn borer, *Ostrinia nubilaris* (Huber), on *Zea mays L.*: A comparison of organic and conventional chemical farming. Agriculture , Ecosistems and Enviroment, 56: 1-8.

PRESTIDGE, R.A. (1982). Instar duration, adult consumption, oviposition, and nitrogen utilization afficiencies of leafhoppers feeding on different qualitity food. Ecologic Entomology. 7: 91-101.

RHOADES, D.F. (1979). Evolution of plant chemical defence against herbivores. En: herbivores: their interactions with secondary plant metabolites, G.A.A. Rosenthal and D.E. Janzen (editores), pp. 3-54, Academic Press, Nueva York.

V. BIODIVERSIDAD, CONSERVACIÓN, EVALUACIÓN Y UTILIZACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS

Conservación y uso de variedades tradicionales hortícolas

J. Cebolla Cornejo[1], S. Soler[2], F. Nuez[2, 3]

[1] Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apt. Of. 46113. Moncada. Valencia.
[2] Centro para la Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46022. Valencia.
[3] Dirección para correspondencia.

RESUMEN

Las variedades tradicionales suponen un material de partida idóneo para el desarrollo de la agricultura ecológica, dadas su adaptación a las condiciones agroclimáticas locales y sus excelentes características de calidad que quedan potenciadas con este sistema de cultivo. Lamentablemente, este tipo de variedades llevan padeciendo durante décadas un constante proceso de desaparición. Surge por tanto la necesidad de preservar este material a través de su colecta y conservación en bancos de germoplasma. No obstante, la conservación *ex situ* debe complementarse con una conservación *in situ* mediante la potenciación del cultivo de estas variedades en campo. Estos son los objetivos que han guiado desde su constitución al Centro para la Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. El programa de recuperación de variedades tradicionales de tomate desarrollado por este centro supone una experiencia piloto que puede extrapolarse a otras hortalizas de interés. El material vegetal recuperado de esta forma puede resultar una valiosa herramienta para los agricultores ecológicos.

Palabras clave: recursos fitogenéticos, conservación, diversidad, banco de germoplasma, mejora genética.

INTRODUCCIÓN

Durante siglos los agricultores han ido seleccionando en cada cosecha los mejores materiales para sembrar al año siguiente. De esta forma se generó en España un extenso patrimonio agrícola basado en variedades tradicionales, en su mayor parte caracterizadas por su excelente calidad. Sin embargo durante las últimas décadas, los cambios producidos en la estructura de la empresa agraria y en la cadena producción-consumo han contribuido a que las variedades tradicionales fueran desplazadas por variedades mejoradas, más productivas, con una mayor uniformidad y con resistencia a enfermedades.

Esta constante sustitución puso en grave peligro de desaparición a las variedades tradicionales, por lo que desde los años ochenta, un grupo de investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia decidió llevar a cabo prospecciones por toda España colectando materiales de hor-

talizas tradicionales, menores, o en desuso (NUEZ y col., 1986, 1988, 1989, 1992a, 1992b; NUEZ y PICÓ, 1999). La necesidad de almacenar y clasificar todo el material recogido de manos de los agricultores determinó la creación del Banco de Germoplasma de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). La consolidación de estas actividades condujo a la constitución en 1999 del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV), que integra el antiguo Banco de Germoplasma de la UPV.

Con el desarrollo de la agricultura ecológica en nuestro país, ha surgido el marco idóneo para la recuperación del cultivo de las variedades tradicionales, ya que el sistema de cultivo empleado en agricultura ecológica es muy similar al sistema tradicional de cultivo empleado por nuestros antepasados durante la selección de estas variedades. A esto hay que añadir el hecho de que las variedades tradicionales estén adaptadas a las condiciones agroclimáticas de la zona donde fueron obtenidas, mostrando en estas condiciones un comportamiento óptimo. Igualmente, las excepcionales características de calidad de estos materiales, base de su selección durante siglos, concuerda con las exigencias del consumidor de los productos ecológicos, que ansía recuperar el verdadero sabor de las hortalizas, que se ha ido perdiendo en los modernos cultivares.

ACTIVIDADES DEL COMAV

El banco del germoplasma del COMAV, en conjunción con el grupo de mejora de variedades tradicionales del mismo centro trabaja activamente para posibilitar la conservación de estas variedades, que tanto interés poseen en el marco de la agricultura ecológica. En este sentido se realizan en el COMAV tres labores iniciales fundamentales: la colecta de germoplasma, la caracterización del mismo y su posterior almacenamiento.

Para llevar a cabo la colecta de germoplasma, se realizan por toda España prospecciones en busca de materiales tradicionales. En la actualidad las principales zonas hortícolas ya han sido visitadas por expediciones de colecta (figura 1), siendo el tercio norte de España el menos visitado, ya que han sido otros grupos de investigación los encargados de recorrer esa zona. Así, más de 5.000 entradas de variedades tradicionales de más de 50 especies botánicas (figura 2) han podido ser preservadas de su desaparición. Aunque la mayor parte de los cultivos están representados en la colección de germoplasma, son de resaltar las colecciones de solanáceas y cucurbitáceas, que constituyen las colecciones de germoplasma más importantes de estas familias en España.

El interés actual se centra en zonas de montaña en las que se mantienen todavía pequeños huertos con diferentes hortalizas para el autoconsumo y en especies de uso menor de las que no se disponen muestras representativas. También se llevan a cabo prospecciones en zonas específicas y en busca de determinados cultivos, en aquellos casos en que es necesario ampliar la colección de estos materiales. Durante una prospección el interés no se limita a la recogida del material vegetal, sino que paralelamente se pretende obtener la máxima información posible relativa a la variedad colectada, haciendo especial hincapié en los datos etnobotánicos asociados. Toda esta información se almacena formando parte de los datos de pasaporte de una entrada (variedad colectada en una zona determinada), que sirven para precisar el origen de la misma. Igualmente mediante las colectas tratamos de determinar cual es el grado de erosión genética de una variedad, es decir su peligro de desaparición, y los factores que la condicionan.

Una vez colectado, el material debe ser caracterizado y reproducido. Mediante la caracterización, siguiendo las indicaciones empleadas a nivel internacional, detallamos objetivamente cua-

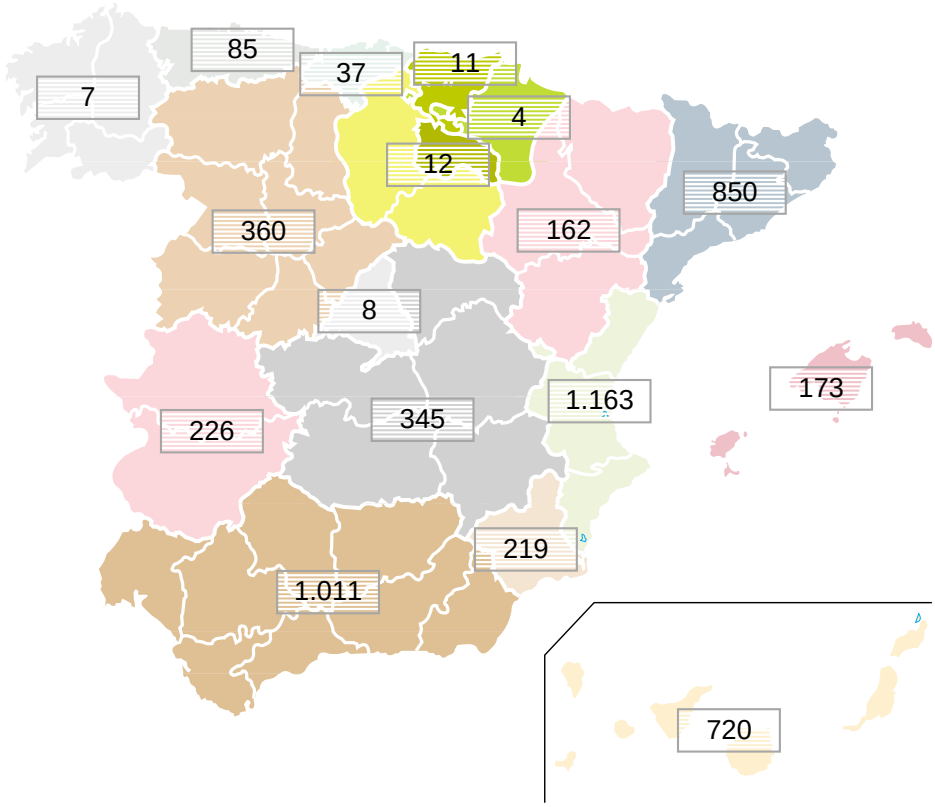


Figura 1. *Comunidades autónomas prospectadas por el COMAV y número de entradas colectadas*

les son las características morfológicas y agronómicas de las entradas colectadas. De esta forma, la información obtenida puede quedar al alcance del público y de los investigadores de forma que se aproveche de una forma más eficiente el esfuerzo realizado al colectar los materiales. Con todos estos datos se han obtenido los catálogos de semillas del COMAV, en los que las entradas de cada cultivo quedan clasificadas en base a sus características, permitiendo un fácil acceso a los materiales disponibles. En estos momentos se encuentran ya editados los catálogos de tomate (NUEZ y col., 1996), pimiento (NUEZ y col., 1998), melón (NUEZ y col., 1996), sandía (NUEZ y col., 1998), coliflor y bróculi (NUEZ y col., 1999), calabaza (NUEZ y col., 2000), lechuga (NUEZ y col., 1996), cebolla (CASTELL y DÍEZ, 2000) y especies menores (NUEZ y col., 2000), quedando pendientes de publicación los catálogos de acelga, col repollo y berenjena.

Antes de proceder al almacenamiento de una entrada hay que proceder a su multiplicación, ya que generalmente la cantidad de semilla colectada suele ser bastante pequeña. Éste es un proceso que puede llegar a ser bastante costoso, ya que hay que multiplicar en campo un número suficientemente elevado de plantas, siempre teniendo en cuenta el carácter reproductivo de la especie en cuestión, es decir, si es autógama o alógama. En este último caso es necesario tomar las medidas necesarias para evitar que se produzcan cruces entre distintas entradas.

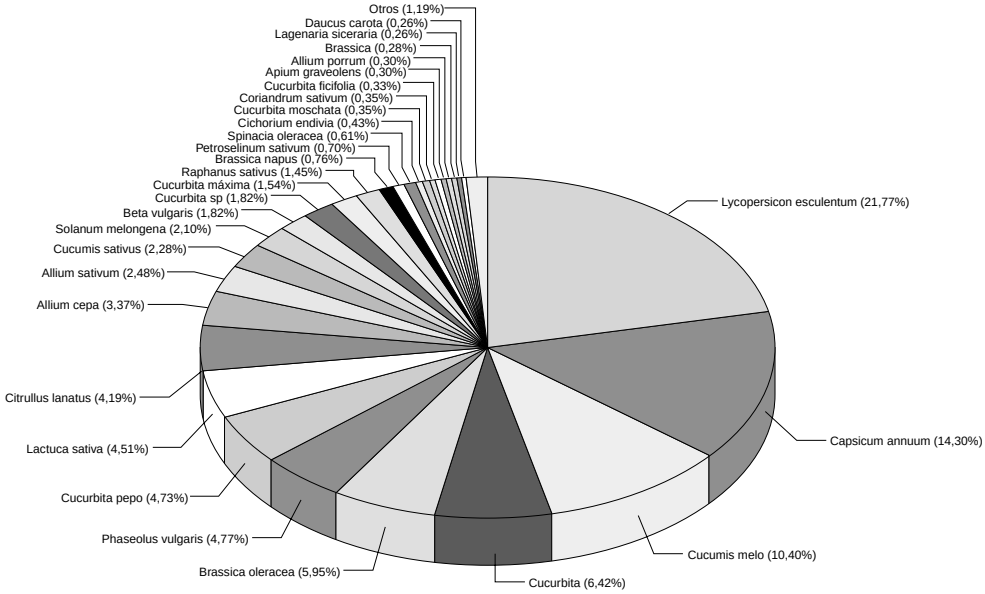


Figura 2. *Distribución de las entradas de variedades tradicionales del COMAV por especies*

El almacenamiento de las semillas se realiza en cámaras frigoríficas a temperaturas de alrededor de –3ºC. Para ello en necesario haber disminuido con anterioridad el contenido en humedad de las mismas, ya que de esta forma aumentamos el tiempo de conservación de la misma y evitamos los daños provocados por las bajas temperaturas. La temperatura de conservación viene dada por el carácter de 'banco activo' del banco de germoplasma del COMAV. Es decir, se trata de un banco que necesita tener un acceso rápido a las muestras almacenadas de forma que éstas puedan ser suministradas a los grupos de investigación o a los agricultores que las solicitan. No obstante, la próxima ampliación del COMAV permitirá disponer de cámaras de conservación a –20ºC, lo que dotaría al centro de una doble vertiente (banco activo/banco base) con conservación tanto a medio como a largo plazo. Para asegurar la conservación de estos materiales se mantienen duplicados en otros bancos de germoplasma españoles y en el banco base del Centro de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Agroalimentarias. Cada cierto período de tiempo, según de la especie que tratemos, dado que a pesar de las bajas temperaturas las semillas siguen envejeciendo, la entrada debe volver a ser reproducida, de forma que siempre podamos asegurar un porcentaje de germinación de las entradas almacenadas superior al 85%.

Mediante la colecta, caracterización, multiplicación y almacenamiento en bancos de germoplasma nos aseguramos que este tipo de materiales no acaben desapareciendo para siempre. Sin embargo si nadie utiliza estas variedades, corremos el riesgo de encontrarnos ante un gran cementerio de semillas. Hay que añadir que dentro de un banco de germoplasma también existen riesgos de erosión genética, entendida ésta como disminución de la variabilidad. Por una parte al emplear un reducido número de plantas cada vez que se multiplica una entrada, se fomenta el

desarrollo de deriva genética que conduce a una reducción de la variabilidad. Así mismo, las semillas permanecen en una cámara frigorífica sin interactuar con el medioambiente con lo que el proceso de evolución queda 'congelado'. Las tendencias a nivel internacional apuntan a que si bien la conservación *ex situ* en un banco de germoplasma es indispensable, ésta se debe complementar con una conservación *in situ*, es decir en el propio campo donde han sido obtenidas (RIVERA NUÑEZ y OBÓN DE CASTRO, 1992; DAMANIA, 1996; NUEZ Y RUIZ, 1999).

Por todas estas razones en el COMAV el grupo de recuperación de variedades tradicionales trata de evaluar la situación del cultivo de estas variedades, planteando soluciones que conduzcan al fomento del cultivo de estos materiales. Dada la importancia económica que representa el cultivo del tomate dentro del cultivo de hortalizas en nuestro país, así como por tratarse de uno de los cultivos con mayor riqueza en cuanto a tipos y número de variedades, se propuso realizar un programa de recuperación piloto en tomate, que sirviera como modelo a seguir para recuperar el cultivo de otras especies. En este sentido, el COMAV, en colaboración con el Instituto Valenciano de Investigaciones agrarias (IVIA) ha puesto en marcha el programa de recuperación de variedades tradicionales valencianas de tomate.

RECUPERACIÓN DE VARIEDADES TRADICIONALES DE TOMATE

El primer paso que se ha dado en este programa ha sido en la obtención de material, en su mayor parte procedentes del propio banco de germoplasma del COMAV y del IVIA. Sin embargo, dado que algunos tipos de tomate no estaban suficientemente representados surgió la necesidad de realizar nuevas prospecciones que sirvieran para ampliar el fondo de variedades tradicionales de tomate, y que se aprovecharon para determinar cuales son los factores que, en la actualidad, condicionan la continuidad del cultivo de estos materiales. Así, pudimos determinar que la incidencia de enfermedades de etiología viral suponían un factor limitante decisivo a la hora de plantear el cultivo en campo de estas variedades. Ya no se trata de si el agricultor quiere o no plantar una variedad tradicional, sino que aunque quisiere, la incidencia de estas enfermedades puede imposibilitar su cultivo de forma rentable. Por tanto, la recuperación del cultivo de estas variedades pasa ineludiblemente por la lucha contra estas enfermedades, siendo el uso de la resistencia genética la mejor estrategia de lucha. Por esta razón se propuso el establecimiento de un programa de mejora genética de la resistencia a las tres enfermedades virales con mayor incidencia: las causadas por el virus del mosaico del tomate (ToMV), el virus del bronceado del tomate (TSWV) y el virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV).

Una vez identificados los objetivos del programa, pasamos a identificar cuál sería el material de partida. Dado que no es viable plantear la mejora de todas las entradas disponibles, era necesario seleccionar aquellas entradas de cada variedad con las mejores características. Para ello ha sido necesario llevar a cabo una caracterización exhaustiva de los materiales, tanto a nivel morfológico como agronómico. En la actualidad ya se han caracterizado en profundidad más de 110 entradas, siendo seleccionadas las mejores de los tipos 'valenciano', 'Muchamiel', 'de penjar', 'de la pera', 'pimiento' y de variedades de frutos de gran calibre tanto de color rojo como rosa. Esta caracterización también ha permitido evaluar la variabilidad que conservan estos materiales, así como su clasificación, constituyendo así mismo el primer paso para el establecimiento de una colección nuclear que recoja la máxima variabilidad en el menor número de entradas.

Desde entonces se ha procedido al desarrollo de una serie de programas de retrocruzamiento en paralelo que permita incorporar la resistencia concedida por los genes *Tm-1*, *Tm-2*^{2}, *Sw-5* y *Ty-1* en cada una de las entradas seleccionadas. Este es un proceso largo y laborioso, dada la dificultad de mantener el máximo del fondo genético inicial de estas variedades incorporando los genes de resistencia mediante técnicas convencionales. Aunque el hecho de llevar varios programas de retrocruzamiento en paralelo complica en gran medida el proceso, obteniendo distintas entradas mejoradas de cada variedad, aseguramos una de las cualidades más importantes de este tipo de materiales: la diversidad.

La globalización de la economía y el consiguiente incremento en las transacciones de material vegetal entre diferentes países ha contribuido a fomentar la rápida difusión de enfermedades de plantas por todo el mundo. Las variedades tradicionales están adaptadas a medioambientes marginales con una alta incidencia de plagas y enfermedades. Sin embargo la entrada de nuevas enfermedades supone un duro golpe para el cultivo de estas variedades ya que éstas no han sufrido un proceso de selección a ellas. Mediante la introgresión de la resistencia a estas enfermedades soslayamos un problema que puede llegar a ser determinante para recuperar el cultivo de estas variedades dada su elevada susceptibilidad a enfermedades virales. El uso de las variedades tradicionales en la agricultura ecológica no sólo supone que éstas se puedan conservar activamente, sino que favorecen también al agricultor ecológico al tratarse de materiales con una amplia variabilidad adaptados a condiciones agroclimáticas específicas y al sistema de cultivo de la agricultura ecológica, un sistema de cultivo que potencia las excepcionales características de calidad interna que poseen estos materiales.

A partir del momento de la entrega de las entradas mejoradas a los agricultores comenzará de nuevo el lento proceso de generación de agrodiversidad que hizo de la horticultura española una de las más ricas y variadas de Europa, basado en la selección año tras año por parte de los agricultores de sus mejores materiales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Comunitat Valenciana la concesión del proyecto de investigación «Conservación y mejora de variedades tradicionales de tomate» (GV-CAPA00-19)

Jaime Cebolla Cornejo agradece al Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) la concesión de una beca de doctorado.

BIBLIOGRAFÍA

CASTELL, V.; DÍEZ, M.J. (2000). Colección de semillas de cebolla del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº 8, 99 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

DAMANIA, A.B. (1996). Biodiversity conservation: a review of options complementary to standard ex situ methods. Plant Genetic Resources Newsletter, 107: 1-18.

NUEZ, F.; CUARTERO, J.; COSTA, J.; FERNANDO, C. (1986). Collection of horticultural crop species in Spain. Plant Genetic Resources Newsletter, 66: 28-29.

NUEZ, F.; FERRANDO, C.; DÍEZ, M.J.; COSTA, J.; CATALA, M.S.; CUARTERO, J.; GOMEZ GUILLAMÓN, M.L. (1988). Collecting Cucumis melo L. in Spain. Cucurbit Genetics Cooperative Report, 11: 54-56.

NUEZ, F.; FERRANDO, C.; DÍEZ, M.J.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (1989). A collection of vegetable crops germplasm from Canary Islands. Acta Horticulturae, 242, 171-174; in First international symposium on diversification of vegetable crops, Angers, France, 26-30 September 1988.

NUEZ, F.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P.; DÍEZ, M.J. (1992a). Collecting vegetable germplasm in the Iberian Peninsula. Plant Genetic Resources Newsletter, 90: 31-33.

NUEZ, F.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P.; DÍEZ, M.J. (1992b). Collecting vegetable seeds in the Canary Islands. Plant Genetic Resources Newsletter, 90: 34-35.

NUEZ, F.; DÍEZ, M.J.; PICÓ B.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (1996). Catálogo de semillas de tomate. Monografías INIA No. 95, 177 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; PROHENS, J.; IGLESIAS, A.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (1996). Catálogo de semillas de melón. Monografías INIA No. 96, 220 pp.: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria; Madrid.

NUEZ, F.; DÍEZ M.J.; RUIZ J.J.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P.; COSTA J.; CATALÁ, M.S.; GONZÁLEZ, J.A.; RODRÍGUEZ, A. (1998). Catálogo de semillas de pimiento. Monografías INIA, No. 105, 108 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; PROHENS, J.; RODRÍGUEZ, A.; GONZÁLEZ J.A.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (1998). Catálogo de semillas de sandía. Monografías INIA, No. 106, 104 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; CAMPO, P.G.; FERNÁNDEZ DE CORDOVA, P.; SOLER, S.; VALCARCEL, J.V. (1999). Colección de semillas de coliflor y bróculi. Monografías INIA:-Agrícola, Nº 1, 120 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; PICÓ, B. (1999). Collections of vegetable crops and wild relatives in the Centre for Conservation an Breeding of the Agricultural Biodiversity (Spain). Plant Genetic Resources Newsletter, 118, 68.

NUEZ, F.; RUIZ, J.J. (1999). La biodiversidad agrícola valenciana: Estrategias para su conservación y utilización. Servicio de Publicaciones. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.

NUEZ, F.; RUIZ, J.J.; VALCÁRCEL, J.V.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (2000). Colección de semillas de calabaza del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº 4, 158 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; VALCÁRCEL, J.V.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P.; CASTELL, V. (2000). Colección de semillas de otras especies hortícolas del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº 5, 136 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. SOLER, S.; VALCÁRCEL, J.V. (2000). Colección de semillas de lechuga del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº 7, 86 pp. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid.

NUEZ, F.; SOLER, S.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P.; VALCÁRCEL, J.V. (2001). Colección de semillas de col-repollo del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.

NUEZ, F.; LEIVA-BRONDO, M.; VALCÁRCEL, J.V.; SOLER, S. (2001). Colección de semillas de acelga del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola Nº: 54. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.

NUEZ, F.; PROHENS, J.; VALCÁRCEL, J.V.; FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA, P. (2001). Colección de semillas de berenjena del Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana. Monografías INIA: Agrícola. .Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.

RIVERA NUÑEZ, D.; OBON DE CASTRO, C. (1992). Armchair biodiversity. Nature, 360: 6402, 291.

Poblaciones españolas de colleja *(Silene vulgaris):* Evaluación agronómica para su introducción en cultivo ecológico

P. GARCÍA, J. TARDÍO y R. ALARCÓN

Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria, Finca «El Encín», Apdo. 127, 28800 Alcalá de Henares (Madrid), España.

RESUMEN

En los últimos años se ha observado un creciente interés por la preservación de la biodiversidad agrícola. La posibilidad de cultivar especies silvestres comestibles de uso tradicional, como es el caso de la colleja (*Silene vulgaris* [Moench.] Garcke), permite recuperar usos ancestrales de plantas y contribuye a la diversificación de la producción agrícola.

En este trabajo se presentan los resultados de una evaluación agronómica preliminar en 23 poblaciones de colleja recolectadas en la zona centro de España. Esta evaluación se ha realizado en condiciones de cultivo ecológico siguiendo la normativa del Reglamento CEE 2.092/91.

Con los resultados obtenidos se observa que existe una gran variabilidad entre las poblaciones estudiadas, lo cual permite diferenciar aquellas que pueden ser idóneas para iniciar una selección y posterior puesta en cultivo. Se establecen unos criterios de selección basados en fenologías, morfología de la hoja y producción de biomasa, que pueden mejorar el aprovechamiento de la parte de la planta que se consume.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica es una de las claves para el desarrollo de una agricultura sostenible. En este sentido, la pérdida de biodiversidad es uno de los problemas más importantes en los actuales sistemas agrícolas.

El grado de biodiversidad en los agrosistemas depende de cuatro características: la diversidad de la vegetación en y alrededor del agrosistema, la permanencia de varios cultivos, el grado de aislamiento del agrosistema frente a la vegetación natural, y la intensidad del manejo (ALTIERI, 1990). En este contexto la preservación de la biodiversidad agrícola, mediante la introducción como nuevos cultivos de especies silvestres alimentarias tradicionalmente consumidas, representa una aportación más.

La colleja (*Silene vulgaris* [Moench.] Garcke) es una de las plantas silvestres comestibles más utilizadas en la Península Ibérica, siendo usada igualmente en otros países mediterráneos, como

Italia y Turquía. La parte aprovechable de la planta son los tallos tiernos con hojas, que generalmente se consumen cocinados.

Esta especie, perenne y alógama, está ampliamente distribuida en Europa (JALAS y SUOMINEN, 1986) y representada por distintas especies geográficas (AESCHIMANN y BOCQUET, 1980). En el Norte y Centro de Europa se encuentra en hábitats alterados (bordes de caminos, campos de cultivos y en general medios antropizados).

Se trata de una especie que se caracteriza por presentar elevados niveles de diversidad génica total (HAMRICK y GODT, 1989). Diferentes trabajos llevados a cabo mediante la observación fenotípica de caracteres morfológicas (AESCHIMANN y BOCQUET, 1980) agronómicos (WALL y MORRISON, 1990) e isoenzimáticos (PRENTICE y GILES, 1993; RUNYEON y PRENTICE, 1997) destacan los elevados niveles de variabilidad intraespecífica en esta especie, y ponen de manifiesto el potencial de los recursos genéticos de este material silvestre.

Con el propósito de introducir esta especie en cultivo, dentro de un sistema agroecológico, es necesario evaluar su potencialidad para su producción en el sector. Con esta finalidad, en el presente trabajo se presentan los resultados de una evaluación agronómica preliminar, siguiendo la normativa vigente para agricultura ecológica (Reglamento CEE 2.092/91), en poblaciones naturales de *Silene vulgaris*, recolectadas fundamentalmente de la zona Centro de España.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal consiste en 23 poblaciones naturales de *Silene vulgaris* (Moench) que aparecen especificadas en la Tabla I. En otoño se pusieron a germinar las semillas en contenedores de turba y se trasplantaron al campo en estado de plántula. Las poblaciones se dispusieron en un ensayo de tres repeticiones en bloques al azar, con 10 plantas por parcela. La separación de plantas dentro del surco fue de 50 cm y la separación entre surcos fue de 40 cm. En primavera se fertilizaron las parcelas con compost (150 g/m^2).

Estos ensayos se llevaron a cabo en la Finca El Encín, Alcalá de Henares (40º 31' N, 03º 18' E, 610 m), en un suelo de textura franco-arcillosa, pH= 7,8 y con 0,8% de materia orgánica, 0,07% de nitrógeno total: 37 mg/100 g. de P_2O_5 y 32 mg/100 g de K_2O.

De acuerdo con la biología de estas especies, se elaboraron unos descriptores, siguiendo los criterios adoptados por el IPGRI en descriptores de especies hortícolas afines, en los que se incluyeron parámetros relacionados con hoja, tallo e inflorescencia.

Se analizaron un total de 10 caracteres. En cada parcela elemental se tomaron datos de período de nascencia y floración, altura de la planta, área foliar y la relación anchura/longitud de la hoja (índice A/L), en 30 individuos por población. Los caracteres de n.º de flores femeninas y hermafroditas, fertilidad y biomasa de la inflorescencia, se analizaron en 10 individuos por población y la producción de biomasa en hojas basales se realizó en toda la parcela elemental.

Con los datos obtenidos se realizó un estudio estadístico utilizando el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla II se reflejan los valores medios y niveles de significación para los caracteres altura de la planta, período de nascencia y floración, área foliar e índice A/L. Para el carácter al-

tura se observan diferencias significativas entre las distintas poblaciones (F= 4,90**, p<0,01), siendo SV-13 y SV-17 las que presentaron los valores más bajos.

En cuanto a la fenología de estas poblaciones, también se aprecian diferencias significativas entre poblaciones (F=3,77**, p<0,01), destacando la población SV-38 por su precocidad, siendo las poblaciones más tardías SV-13 y SV-22, ambas recolectadas en áreas de elevada altitud.

Con el fin de caracterizar en estos materiales la parte de la planta que se consume, se realizaron mediciones relativas al área foliar y se calculó, a partir de la longitud y anchura de la hoja, el índice A/L indicador de la morfología de la hoja. Cabe destacar el elevado nivel de variación para estos caracteres, siendo significativas las diferencias observadas para forma de la hoja (F= 5,15**, p<0,01), con valores extremos para forma alargada en la población SV-22, y forma redondeada en SV-32. Así mismo se observan diferencias significativas para el carácter área foliar (F= 2,48**, p<0,01), destacando los valores máximos en SV-20 y valores mínimos en la población SV-30.

En la tabla III se resumen los valores medios que presentaron las distintas poblaciones para caracteres relacionados con inflorescencia y hoja. Con el fin de determinar la producción invernal de hoja, se evaluó la producción de biomasa realizando un corte en toda la parcela elemental en marzo. En general y para todas las poblaciones se observan unos valores muy bajos, debido a la baja densidad de siembra, ya que las plántulas se dispusieron a una distancia de 50 cm. Para este carácter las parcelas más productivas fueron SV-13 y SV-34.

Tabla I. Localización de las poblaciones naturales de *Silene vulgaris*. Se indican las coordenadas geográficas, la altitud y la litología de la zona

Poblaciones	Provincia	Localidad	Altitud (m)	Latitud N	Longitud W	Litología
SV-09	Madrid	Fuencarral	700	40º30´	03º42´	Granitos
SV-12	Guadalajara	Luzón	1270	41º02´	02º15´	Caliza
SV-13	Segovia	Ituero y Lama	1000	40º47´	04º22´	Arcosas
SV-16	Albacete	La Roda	740	39º16´	02º09´	Caliza
SV-17	Madrid	Alcalá de Henares	600	40º31´	03º17´	Terrazas aluviales
SV-19	Madrid	Cadalso de los Vidrios	780	40º18´	04º26´	Granitos
SV-20	Guadalajara	Usanos	870	40º44´	03º17´	Caliza
SV-21	Madrid	Rozas de Puerto Real	880	40º19´	04º29´	Granitos
SV-22	Soria	Rio Seco	1000	41º39´	02º50´	Caliza
SV-23	Madrid	Los Santos de la Humosa	875	40º30´	03º15´	Caliza
SV-26	Guadalajara	Valdepeñas de la Sierra	800	40º52´	03º22´	Caliza
SV-27	Madrid	Pinilla del Valle	1100	40º55´	03º49´	Caliza
SV-30	Madrid	Orusco	700	40º16´	03º12´	Caliza
SV-31	Avila	Cebreros	755	40º26´	04º31´	Granitos y pizarras
SV-32	Madrid	Brea de Tajo	790	40º15´	03º07´	Caliza
SV-33	Madrid	Patones	910	40º54´	03º27´	Caliza
SV-34	Madrid	Pezuela de las Torres	830	40º24´	03º12´	Caliza
SV-35	Madrid	Carabaña	600	40º15´	03º15´	Caliza
SV-36	Madrid	Brea de Tajo	700	40º15´	03º06´	Margas
SV-38	Madrid	Valdemaqueda	875	40º31´	04º18´	Granito
SV-39	Cuenca	Tébar	850	39º28´	02º09´	Caliza
SV-40	Madrid	Patones	865	40º52´	03º30´	Caliza
SV-41	Madrid	Redueña	810	40º49´	03º35´	Caliza

Otros caracteres relacionados con la producción que se han evaluado son biomasa de la inflorescencia y porcentaje de plantas fértiles. Al finalizar el período de maduración, se cortaron los tallos floríferos de plantas individualizadas, siendo las poblaciones SV-31 y SV-32 las que presentan los valores más altos. En cuanto a la fertilidad de las cápsulas, éste es un carácter que presenta una gran variabilidad, destacando por sus valores máximos las poblaciones SV-09, SV-21 y SV-36.

Dado que esta especie tiene un sistema de reproducción ginodioico, con presencia de flores femeninas y hermafroditas, en este estudio se incluyó el carácter número de flores de cada tipo, y se estimaron las frecuencias en cada una de las poblaciones analizadas. Las poblaciones SV-30 y SV-35 presentaron la mayor frecuencia de flores femeninas (>70%) y a la inversa, las poblaciones SV-13 y SV-17 son las que presentaron una mayor proporción de flores hermafroditas (>78%). En trabajos previos (MARSDEN-JONES y TURRILL, 1957) se describe el polimorfismo que presenta *S. vulgaris* para el carácter flores femeninas y hermafroditas. Como consecuencia de esta variación, si aumenta la frecuencia de individuos femeninos, los niveles de heterocigosis aumentan en la población debido a su alogamia forzada (GOUYON y COUVET, 1987). En este sentido cabría esperar unos niveles de variación superior en las poblaciones SV-30 y SV-35.

Tabla II. Valores medios en altura, nascencia, floración, área foliar e índice A/L en 23 poblaciones de *Silene vulgaris* (Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5% según test LSD)

Poblaciones	Altura (cm)	Nascencia (días)	Floración (días)	Area foliar (mm^2) A/L	Índice
SV-09	51,1 ab	47,1 a	230,3 ef	33,2 abcd	0,239 ab
SV-12	53,3 ab	42,7 abcde	233,3 bcdef	33,9 abcd	0,198 ef
SV-13	40,7 de	43,3 abcd	236,1 ab	36,0 abcd	0,215 bcdef
SV-16	55,2 ab	40,2 bcde	230,1 ef	32,3 abcd	0,209 cdef
SV-17	39,7 e	42,8 abcde	232,6 bcdef	33,8 abcd	0,234 bcd
SV-19	48,3 abcd	44,3 abcd	230,1 ef	29,7 cd	0,234 bcd
SV-20	51,4 ab	38,5 de	232,6 bcdef	40,7 a	0,209 cdef
SV-21	47,8 bcde	45,5 ab	234,2 abcde	35,8 abcd	0,214 bcdef
SV-22	49,5 abc	44,6 abcd	237,6 a	26,5 d	0,189 f
SV-23	56,3 a	41,9 abcde	230,9 def	32,2 abcd	0,203 ef
SV-26	55,8 ab	40,6 bcde	232,6 bcdef	31,1 bcd	0,205 def
SV-27	53,9 ab	44,7 abcd	232,3 bcdef	32,4 abcd	0,222 bcde
SV-30	55,7 ab	41,9 abcde	234,5 abcd	26,8 d	0,209 cdef
SV-31	52,4 ab	38,5 de	231,5 cdef	35,0 abcd	0,203 ef
SV-32	52,0 ab	39,1 cde	229,8 f	36,9 abc	0,237 ab
SV-33	54,2 ab	39,6 bcde	230,6 def	32,6 abcd	0,194 ef
SV-34	54,4 ab	41,0 abcde	230,9 def	34,5 abcd	0,264 a
SV-35	54,2 ab	41,4 abcde	233,1 bcdef	40,3 ab	0,215 bcdef
SV-36	50,8 ab	36,6 e	232,3 bcdef	31,1 bcd	0,215 bcdef
SV-38	41,8 cde	41,8 abcde	235,1 abc	40,9 a	0,213 bcdef
SV-39	55,5 ab	41,5 abcde	230,4 def	29,1 cd	0,211 bcdef
SV-40	49,9 abc	36,7 e	231,8 cdef	32,0 abcd	0,196 ef
SV-41	54,3 ab	45,1 abc	230,9 def	36,8 abc	0,211 bcdef

Nuestros resultados indican que las poblaciones analizadas, a pesar de localizarse en un área de muestreo muy limitada presentan altos niveles de diferenciación interpoblacional. En general las especies alógamas retienen la mayoría de su variabilidad dentro de las poblaciones. Trabajos previos (HAMRICK y GODT, 1989) señalan una elevada diferenciación genética en poblaciones pequeñas. Como consecuencia de las actividades humanas y debido a la destrucción del hábitat, las poblaciones se reducen y aíslan, produciéndose una erosión genética.

La evaluación agronómica preliminar llevada a cabo, nos permite definir aquellas poblaciones que, por sus características, pueden ser idóneas para iniciar una selección y posterior puesta en cultivo de esta especie. Para los fines que se persiguen, sería de interés establecer unos criterios de selección basados en determinar poblaciones con floración tardía. Con la aparición del tallo florífero las hojas se lignifican y, por lo tanto, una floración tardía permitiría un mayor aprovechamiento de las hojas basales. En este mismo sentido, una mayor producción de biomasa en hojas basales, también rentabilizaría el aprovechamiento de la parte de la planta que se consume. Por otra parte, y para establecer el cultivo, es importante determinar aquellas poblaciones que presentan una buena producción de semilla. Cabe resaltar que a partir de los resultados obtenidos en este trabajo para estos parámetros, se observa una tendencia general en todas las poblaciones (Figura 1) que refleja una mayor producción de biomasa en genotipos tardíos, destacando las poblaciones SV-13 y SV-34 recolectadas en Ituero y Lama (Segovia) y Pezuela de las Torres (Madrid).

Tabla III. Valores medios de distintos parámetros relacionados con la producción de hojas, flores y su fertilidad

Poblaciones	Biomasa inflorescencia g/m²	Biomasa hoja g/m²	Flores femeninas (%)	Flores hermafroditas (%)	Fertilidad (%)
SV-09	18,3	48,3	63,3	36,7	53,1
SV-12	19,6	38,2	53,3	46,7	34,0
SV-13	15,0	79,3	16,9	83,1	34,7
SV-16	20,3	36,6	55,0	45,0	21,6
SV-17	5,0	34,1	14,0	86,0	27,1
SV-19	23,7	44,3	33,3	66,7	41,2
SV-20	22,8	48,4	41,7	58,3	39,6
SV-21	13,1	44,0	21,7	78,3	54,6
SV-22	15,9	45,8	75,0	25,0	38,3
SV-23	22,7	24,3	30,0	70,0	25,5
SV-26	19,7	29,5	48,3	51,7	40,7
SV-27	16,1	31,8	36,2	63,8	27,0
SV-30	22,8	21,0	71,7	28,3	29,5
SV-31	25,0	43,9	40,0	60,0	33,2
SV-32	32,0	40,8	52,7	47,3	31,8
SV-33	13,9	37,1	26,7	73,3	32,0
SV-34	21,4	58,3	31,7	68,3	51,3
SV-35	19,9	47,5	78,3	21,7	43,9
SV-36	14,8	25,2	45,8	54,2	53,5
SV-38	8,1	45,3	34,5	65,5	39,0
SV-39	21,5	34,2	46,7	53,3	52,9
SV-40	18,6	46,7	31,7	68,3	50,4
SV-41	22,8	37,3	50,0	50,0	47,5

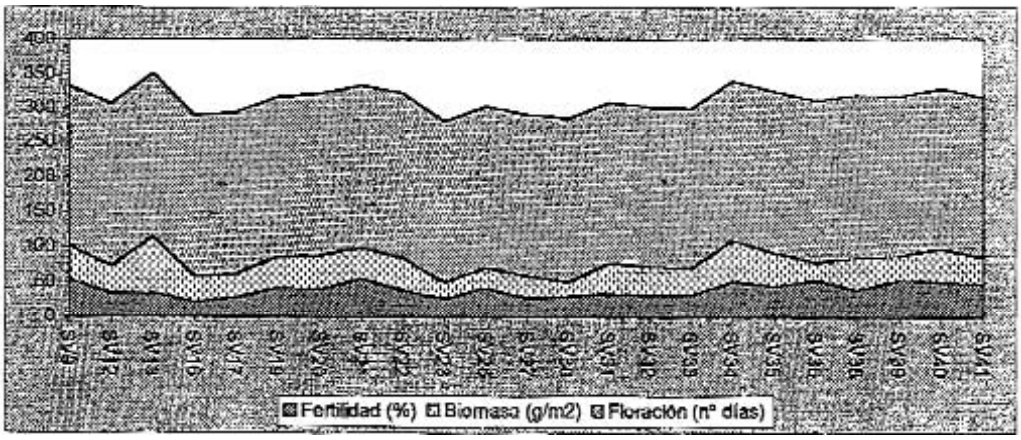


***Figura 1**. Variación de las distintas poblaciones para los caracteres de biomasa de hojas, fertilidad y período de floración*

El estudio de poblaciones naturales de *S. vulgaris* sugiere la necesidad de continuar los trabajos de recolección y evaluación de este material vegetal a fin de cuantificar y preservar su biodiversidad y, conocer mejor la capacidad de adaptación a determinadas áreas, todo ello con la finalidad de aprovechar adecuadamente su potencial genético para su puesta en cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

AESCHIMANN, D.; BOCQUET, G. (1980). Les types biologiques du *Silene vulgaris* s.l. (Cariophyllaceae). Candollea, 35. 451-495.

ALTIERI, M.A. (1990). Increasing biodiversity to improve pest management in agroecosystems. En First Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable Agriculture. D.L. Hawsworth (ed.), C.A.B.I. London.

GOUYON, P.H.; COVET, D. (1987). The Evolution of Sex and its Consequences. S.C. Stearn (ed.), Birkhäuser Verlag, Basel, Boston.

HAMRICK, J.L.; GODT, M.J.W. (1989). Allozyme diversity in plant species. In: Brown, AHD., Clegg, MT., Kahler, AL., Wir, B.S. (eds.). Plant population genetics, breeding and genetic resources. Sunderland, Mass.: Sinauer, 43-65.

JALAS, J.; SUOMINEN, J. (1986). Caryophillaceae (Silenoideae). In: Atlas Florae Europeae vol. 7. Helsinki: The committee for the mapping of the flora of Europeand Societas Biologica Fennica, 55-61.

KHEPHART, S., STURGEON, K., LUM, J.; BLEDSOE, K. (1999). Varietal relationshisps in *Silene douglasii* (Caryophyllaceae): morphological variability at the populational level. Systematic Botany 24: 529-544.

MARSDEN-JONES, E.M.; TURRILL, W.B. (1957). The bladder campion. (*Silene maritima* and *Silene vulgaris*). Ray Society, London.

PRENTICE, H.C.; GILES, B.E. (1993). Genetic determination of isozyme variation in the bladder campions, Silene uniflora and Silene vulgaris. Hereditas 188: 217-227.

RUNYEON, H.; PRENTICE, H. (1997). Pattems of seed polymorphism and allozyme variation in the bladder campions, *Silene vulgaris* and *Silene uniflora* (Caryophyllaceae) Canadian Journal of Botany 75: 1.869-1.886.

WALL, D.A.; MORRISON, I.N. (1990). Phenological development and biomass allocation in *Silene vulgaris* (Moench) Garcke. Weed Research 30: 279-228.

Agronomía y calidad harino-panadera en variedades locales de escanda: primer año de ensayo

JOSÉ ALBERTO OLIVEIRA PRENDES

Área de Producción Vegetal. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas.
Universidad de Oviedo. C/ Catedrático Rodrigo Uría s/n 33071 Oviedo
E-mail: Oliveira@correo.uniovi.es

RESUMEN

Se presentan los resultados del primer año de un ensayo realizado con dos variedades locales de escanda Asturianas, en las que se evaluaron las principales características agronómicas y de calidad harino-panadera. Las dos variedades locales de escanda se evaluaron en un sistema de agricultura ecológica, sin el uso de productos químicos obtenidos de forma sintética. A pesar de su gran altura (153 a 157 cm), las dos variedades de escanda fueron bastante resistentes al encamado. Las dos variedades resultaron moderadamente susceptibles a enfermedades foliares (sobre todo royas y septoria). Los rendimientos tanto en grano vestido (2.592 a 3.073 kg/ha) como en grano limpio (1.864 a 2.107 kg/ha) fueron aceptables. El valor molinero fue bueno (72 a 76 kg/hl) y el contenido de proteína alto (12,3 a 13,8%). En cuanto a la calidad harino-panadera, las variedades de escanda de Grado y Aller se pueden clasificar como trigos que producen harinas de media fuerza (150 < W < 300) y con masas extensibles (P/L < 0,5). Es necesario hacer constar que estos resultados son preliminares ya que se obtuvieron en una localidad y en un año.

Palabras clave: Calidad harino-panadera, Escanda, Triticum aestivum *subsp.* spelta

INTRODUCCIÓN

Actualmente se cultivan dos tipos de trigo en el mundo, uno a nivel hexaploide (trigo blando o común, *Triticum aestivum* subsp. *vulgare*) y otro a nivel tetraploide (trigo duro, *Triticum turgidum* subsp. *turgidum* conv. *durum*). Estos trigos se denominan desnudos porque en la trilla, las glumas no se mantienen adheridas a los granos.

El uso de los trigos vestidos, que en otro tiempo se distribuyó por toda la Península, ha quedado restringido a zonas marginales de la Cornisa Cantábrica. La principal causa de esta disminución de la zona de cultivo es la introducción de variedades de trigo común con mayores rendimientos y que desplazaron a las variedades locales de trigo común como a estos trigos vestidos entre los que destacan la povia, póvida, escanda menor o ezkandia, tetraploide (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccum)* y la escanda, escanda mayor, espelta o fisga, hexaploide (*Triticum aes -*

tivum subsp. *spelta).* La primera evidencia del cultivo de la povia indica que éste comenzó en el período Neolítico (4.000 años a. de J. C.) en varios lugares de España (BUXÓ, 1997). En Asturias, según Costales (2000) la povia se documenta por primera vez en las excavaciones arqueológicas de tres castros en niveles prerromanos, concretamente en la Campa de Torres (Gijón), el Pico el Castiello de Morrión/Miravalles (Villaviciosa) y el Castiello de Camoca (Villaviciosa). La escanda, por el contrario, se la considera uno de los últimos cereales aparecidos. Empezaría a extenderse en la Edad de Bronce (3.000 años a. de J.C.), en zonas continentales europeas. A partir de la Edad de Hierro, época de las tribus germánicas y celtas (1.000 años a. de J.C.), su presencia está confirmada en zonas del Norte de España (BUXÓ, 1997).

Los trigos vestidos se caracterizan por mantener las glumas (cascarillas) adheridas al grano tras la trilla y por la extrema fragilidad del raquis de la espiga, lo que implica que la recolección sea manual y sólo se cosechen las espigas (CARO-BAROJA, 1972). La escanda tiene espigas más largas y laxas así como glumas más anchas que la povia (GADEA, 1954). La calidad harino-panadera expresada por el índice de Zeleny y por el peso específico también son superiores en la escanda respecto a la povia, aunque tienen contenidos en proteína y rendimientos en grano similares (OLIVEIRA, 2001).

El témino asturiano «escanda» es un término genérico tanto para el *Triticum aestivum* subsp. *spelta* como para el *Triticum turgidum* subsp. *dicoccum.* Sin embargo al primero se le suele denominar escanda y al segundo povia. La escanda suele aparecer como cultivo principal y la povia aparece en algunos casos mezclada con la escanda. En la actualidad, la povia es muy poco frecuente (PEÑA-CHOCARRO, 1995).

El cultivo de la escanda, denominada popularmente “pan”, se adapta muy bien al clima húmedo y poco soleado de Asturias, estando presente en pequeñas parcelas y produciendo más en los terrenos, entre 400 y 600 m de altitud (COSTALES, 2000).

El declive de la agricultura tradicional debido a la mecanización y al abandono de las actividades agrarias en zonas de montaña es quizás el principal peligro para la supervivencia de estos trigos. El cultivo de la escanda se conserva debido a que hay aun agricultores que la cultivan para su propio consumo. Hay también un pequeño mercado en el ámbito local para el pan de escanda que promueve en cierta medida su cultivo. El cultivo de esta especie de trigo muestra desventajas respecto al cultivo del trigo común en relación con las técnicas de recolección manual utilizada y por la necesidad de descascarillar el grano vestido para obtener grano para el consumo humano (GONZALEZ-QUEVEDO, 1981).

El interés creciente por los sistemas de agricultura compatibles con el medio ambiente, debido a la actual Política Agraria Comunitaria puede aumentar el interés por este cultivo. La agricultura ecológica y los productos alimenticios saludables van ganando popularidad lo que ha conducido a un cierto interés en ciertos países por los trigos vestidos (ABDEL-AAL y col., 1995).

El objetivo de este estudio es la obtención de datos sobre las principales características agronómicas y de calidad harino-panadera en variedades locales de escanda que puedan resultar útiles para los cultivadores de escanda.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron dos variedades locales de escanda provenientes una del concejo de Grado y otra del concejo de Aller. Estas variedades se sembraron en una finca de una agricultora del concejo

de Carreño (43º 35’ N, 5º 47’ O, 60 m de altitud) el 26 de marzo de 2001. En la parcela donde se implantó la escanda se sigue desde hace bastantes años la rotación raigrás italiano anual-maíz grano. Se estercola en el mes de marzo con 40 tm/ha de estiércol, se pasa el rotovator, se da una labor de vertedera y a finales de abril justo antes de la siembra del maíz se da un pase de grada de púas rígidas.

El maíz permanece en el terreno hasta principios de octubre. En ese momento se da un pase de rotovator y se siembra el raigrás italiano anual, dando un pase de rulo para asentar el terreno. Durante el invierno se suelen efectuar uno o dos aprovechamientos en verde hasta el mes de marzo siguiente en el que se comienza otra vez la rotación con la aplicación del estiércol y la siembra de maíz. En ningún caso se aplicaron fertilizantes químicos en estos últimos años.

El cultivo previo al ensayo de escanda fue maíz que se recogió en octubre de 2000. Se dejó el terreno en barbecho hasta el mes de febrero en el que se tomó una muestra de suelo para comprobar su estado de fertilidad. Se dio un pase de rotovator para eliminar los restos de vegetación espontánea nacida durante el invierno, una labor de vertedera y finalmente otro pase de rotovator.

La siembra de la escanda se realizó el 26 de marzo de 2001 a voleo, en parcelas de 106 m2, utilizando una densidad de siembra de 200 granos/m2 (94 kg de grano limpio/ha o 134 kg de grano vestido o erga (grano+cascara)/ha). Una vez realizada la siembra se dio un pase de grada para enterrar la semilla.

Las variedades locales de escanda se caracterizaron por los siguientes caracteres agronómicos: nº de plantas/m2 (cuatro muestreos por parcela con un cuadrado de 0,8 m2) fecha de espigado en ocho puntos por parcela (días del mes), nivel de ataque de enfermedades foliares en inicio de antesis en ocho puntos por parcela (escala de 0 = libre de infección a 9 = altamente susceptible), altura de la planta en floración no incluyendo barbas y aristas, en ocho puntos por parcela (cm), encamado en el momento de la cosecha (% de encamado sobre el total de la superficie), rendimiento en grano vestido en la parcela (kg/ha corregido al 14% de humedad del grano), rendimiento en grano limpio en la parcela (kg/ha corregido al 14% de humedad del grano), relación entre el peso de grano limpio al de grano vestido (%).

Como parámetros de calidad harino-panadera se consideraron los siguientes: humedad del grano (%), peso de mil granos (g sobre sustancia seca), peso específico (kg/hl), contenido en proteínas (contenido en nitrógeno multiplicado por el coeficiente 5,7 y en % sobre sustancia seca), índice de maltosa (% sobre sustancia seca), índice de caída de Hagberg (segundos), índice de Zeleny (ml), parámetros alveográficos (W, P, L, P/L, G, degradación de W, degradación de G).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del suelo realizado mostró los siguientes valores: textura franco arenosa, relación C/N = 11, pH en agua de 6,3, capacidad de intercambio catiónico de 16,13 cmol(+)/kg, saturación por acidez de 0,12%, materia orgánica de 6,2%. El contenido de P por el método Olsen fue de 76 ppm y el de K por el método del Acetato amónico de 135 ppm. El K, Ca, Mg y Na intercambiables se encontraron a niveles de 0,35, 14,14, 1,47 y 0,14 cmol(+)/kg, respectivamente.

Los resultados anteriores muestran un buen nivel de fertilidad del suelo, sin problemas específicos de acidez y textura.

La flora arvense (plantas que crecen en los sembrados) predominante estuvo compuesta por las siguientes especies: *Amarantus retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium glomeratum*,

Chenopodium album, Echinochloa crus-galli, Lolium multiflorum, Mercurialis annua, Poligo - num persicaria, Rumex crispus, Senecio vulgaris, Solanum nigrum, Sonchus asper y *Stellaria media*.

La fecha de espigado estuvo comprendida entre el 16 y el 22 de junio, siendo un poco más precoz la variedad de Grado (16-20 de junio) que la de Aller (19-22 de junio).

Tabla I. Valores medios de las características agronómicas estudiadas en dos variedades locales de escanda (Grado y Aller) cultivadas en el concejo de Carreño en el año 2001

	Grado	Aller
Densidad de siembra (granos/m^2)	200	200
Densidad de plantación (plantas/m^2)	131	115
Fecha de espigado (días del mes)	16-20 junio	19-22 junio
Nivel de ataque de enfermedades (1-9)	3	4
Altura de la planta (cm)	153	157
Encamado (%)	15	10
Rendimiento grano vestido (kg/ha al 14%)	2.592	3.073
Rendimiento grano limpio (kg/ha al 14%)	1.864	2.107
Grano limpio/ grano vestido (%)	72	69

En este primer año de estudio, las dos variedades de escanda se comportaron como moderadamente susceptibles a enfermedades foliares (royas y septoria), es decir con una infección importante en las hojas inferiores y con infección moderada a ligera extendiéndose al punto medio de la planta.

La altura de las dos variedades locales de escanda presentó como valores medios los de 153 y 157 cm respectivamente para Grado y Aller.

A pesar de su gran altura, la escanda fue bastante resistente al encamado, probablemente debido a no haberse abonado con nitrógeno mineral, a la baja densidad de siembra y a la época tardía de siembra (OLIVEIRA y col., 2000a).

Los rendimientos en grano, ya sean de grano vestido (2.592 a 3.073 kg/ha) o limpio (1.864 a 2.107 kg/ha), fueron aceptables en las condiciones en que se desarrolló el ensayo, es decir sin fertilización mineral nitrogenada y con una densidad de siembra baja.

Los porcentajes de grano limpio sobre grano vestido (grano + glumas) en las variedades locales de escanda fueron de 72 y 69 en las variedades de Grado y Aller, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos por Oliveira y col. (2000b) en cinco variedades locales de escanda en un estudio realizado en Galicia.

La humedad del grano en el momento de la recolección fue media, lo cual indica que en el momento de la recolección (principios de agosto) se pueden obtener valores de humedad no demasiados elevados (> 14%) como para comprometer la posterior conservación del grano.

El peso de mil granos que es uno de los componentes principales del rendimiento, presentó valores entre 50,7 y 52,8 gramos. Estos valores se pueden considerar medios en el trigo (LOPEZ, 1991), indicando que la producción de asimilados fue adecuada. Para el agricultor el obtener buenos pesos de mil granos es fundamental ya que sin ellos difícilmente podrá contar con rendimientos satisfactorios.

Tabla II. Valores medios de los parámetros de calidad harino-panadera en dos variedades locales de escanda (Grado y Aller) cultivadas en el Concejo de Carreño en el año 2001

	Grado	Aller
Humedad grano (%)	12	14
Peso 1.000 granos (g)	52,8	50,7
Peso específico (kg/hl)	76,4	72,0
Proteína (N x 5,7 en %)	13,8	12,3
Índice de caída (s)	353	316
Índice de maltosa (%)	1,64	1,55
Índice de Zeleny (ml)	43	41
Fuerza: W (julios)	166	138
P (mm)	40	36
L (mm)	210	237
Relación P/L	0,19	0,15
Hinchamiento G	> 30	> 30
Degradación G (%)	0	12
Degradación W (%)	0	16

En cuanto al valor molinero, el peso específico tuvo valores aceptables, comprendidos entre 72,0 y 76,4 kg/hl y siempre más altos que los valores (40 kg/hl) reseñados por algunos autores y obtenidos a partir de granos cosechados en campos de cultivo de los agricultores (CARO-BAROJA, 1972). El peso específico está correlacionado con el rendimiento en harina y por eso es importante obtener valores altos. Según Higueras (1997) se puede considerar como valor mínimo aceptable el de 74 kg/hl. Los valores bajos pueden ser indicativos de un mal desarrollo del cereal que quizás padeció carencias en su ciclo de cultivo.

Con relación al valor panadero, el contenido en proteínas por su interés tecnológico y nutricional es un factor del valor de utilización del trigo. Es muy importante el contenido total y la calidad de las proteínas en la panificación. Los valores obtenidos en las variedades locales son en general altos. Estos valores aunque dependen en parte de un componente genético, están muy influenciados por factores extemos como pueden ser un abonado adecuado o una densidad de siembra correcta. El contenido alto en proteínas de la escanda esta de acuerdo con otras investigaciones en las que el contenido en proteínas de la escanda fue siempre superior al de cultivares de trigo en zonas con fertilización nitrogenada reducida (OLIVEIRA, 2001). La calidad harino-panadera del trigo está influida tanto por el contenido proteico como por el tipo de proteínas, pero para un contenido proteico dado, la calidad depende en gran medida de la composición proteica del gluten es decir de las proteínas gluteninas y gliadinas (FINNEY Y BARMORE, 1948).

En relación con el índice de caída de Hagberg, las variedades de escanda presentaron índices de caída altos, lo que implica un defecto de actividad amilásica. Esta deficiencia acarrea la falta de azúcares durante la fermentación, sustratos necesarios para el alimento de la levadura. La falta de azúcares provoca una ralentización de la fermentación, formándose panes de menos volumen, miga seca y corteza pálida. Por norma general las harinas españolas poseen un número de caída entre 300 y 390 segundos, es decir con poca actividad amilásica. Este defecto se suele paliar añadiendo aditivos comerciales que en su composición contiene enzimas en cantidad suficiente para hacer descender el número de caída hasta 250-280 segundos (HIGUERAS, 1997).

El índice de maltosa de las variedades de escanda mostró valores bajos (1,55 y 1,64) lo cual indica que la cantidad de azucares libres existentes en la harina y por lo tanto la capacidad de producción de gases de la masa es limitada.

Los valores del índice de Zeleny obtenidos fueron altos lo que implica una buena retención del gas durante la fermentación y en los primeros minutos de la cocción (buena fuerza panadera).

En cuanto a la calidad harino-panadera, las variedades de escanda de Grado y Aller se pueden clasificar como trigos que producen harinas de media fuerza y con masas extensibles (P/L < 0,5). En general siempre se prefiere que la masa de pan tenga cierta extensibilidad, lo que facilita el amasado, la regularidad de los procesos mecanizados y el buen desarrollo de los productos. Por ello la relación P/L debe ser relativamente baja, según Higueras (1997).

El valor G, llamado grado de hinchamiento (volumen de la masa) indica la aptitud de la harina para dar un pan bien desarrollado y en el caso de las variedades de escanda es elevado.

La degradación indica la pérdida de las cualidades plásticas y expresa el debilitamiento de la masa durante el reposo. En el caso de la escanda de Grado, no hubo degradación a las 2 horas de haber hecho la masa, lo cual es muy interesante al no haberse producido un debilitamiento de la masa. En el caso de la escanda de Aller hubo un debilitamiento de la masa de un 12% en el caso del grado de hinchamiento (G) y del 16% en la fuerza (W).

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares del primer año de evaluación de dos variedades de escanda mostraron que es posible obtener unos rendimientos en grano y una calidad harino-panadera aceptables en condiciones de cultivo ecológico en el concejo de Carreño.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer a Dª Moraima Prendes por la cesión de la parcela para la realización del ensayo y al Laboratorio Agrario y Fitopatológico de la Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria de la Xunta de Galicia por los análisis de laboratorio realizados.

BIBLIOGRAFÍA

ABDEL-AAL, E.-S. M.; HUCI, P.; SOSUISKI, F.W. (1995). Compositional and nutrititional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. Cereal Chemestry 72, 621-624.

BUXÓ, R. (1997). Arqueología de plantas, 367 pp. Ed. Crítica. Barcelona.

CARO-BAROJA, J. (1972). Escanda, pp. 121-122. En: Gran Enciclopedia Asturiana. Vol. 6, S. Cañada (Ed.). Gijón.

COSTALES, M. (2000). La Escanda en Asturias. Exposición: La Escanda en Asturias. Museo Etnográfico del Pueblo de Asturias. Gijón. Casa González de la Vega.

FINNEY, K.F.; BARMORE, M.A. (1948). Loaf volume and protein content of hard winter and spring wheats. Cereal Chemistry 50, 65-70.

GADEA, M. (1954). Trigos españoles, 450 pp. Publicaciones del Ministerio de Agricultura. Madrid.

GONZÁLEZ-QUEVEDO, R. (1981). La Escanda, pp. 145-146. En: Enciclopedia Temática de Asturias. Tomo 8: Etnografía, S. Cañada (Ed.). Gijón.

HIGUERAS, J.A. (1997). Calidad de trigo que demandan las industrias harineras y semoleras en España. IV Symposium Nacional de Semillas, pp. 291-201. Publicación 43/97 Congresos y Jornadas. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, Sevilla.

LÓPEZ, L. (1991). Cultivos Herbáceos vol. I. Cereales, 539 pp. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

OLIVEIRA, J.A.; SAU, F.; LÓPEZ, J.A. (2000a). Agronomía del trigo en Galicia. Agricultura nº 831, 192-194.

OLIVEIRA, J.A.; MEZQUITA, F.; TEIJEIRO, T. (2000b). Variabilidad agromorfológica y de calidad de grano en especies del género *Triticum* de Galicia y Asturias. Actas del I Seminario de Mejora Genética Vegetal, 51-53. Universidad de Santiago, Sociedad Española de Genética. Lugo.

OLIVEIRA, J.A. (2001). North Spanish emmer and spelt wheat landraces. Plant Genetic Resources Newsletter 125, 16-20.

PEÑA-CHOCARRO, L. (1995). In situ conservation of hulled wheat species: the case of Spain. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats, 129-146, I.P.G.R.I., Pascoly, Tuscany (Italia).

Caracterización participativa de variedades locales de tomate en el medio urbano de Sevilla para su posible uso en la Agricultura Ecológica

J.M. GONZÁLEZ[1], J.J. SORIANO[2], I. AGUIRRE[3]

[1] Ingeniero Técnico Agrícola. Aula de Agricultura Ecológica. EUITA «Cortijo de Cuarto». Sevilla
[2] Biólogo. D. G. de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
[3] Dra. Ingeniero Agrónomo. Departamento de Ciencias Agroforestales. EUITA. Universidad de Sevilla.

RESUMEN

Nos horrorizamos cuando escuchamos que un patrimonio histórico como la Catedral de Sevilla (con más de 6 siglos de vida) se va degradando por la acción de la excesiva contaminación atmosférica de la ciudad, pero también nos deberíamos llevar las manos a la cabeza al conocer la desaparición de otro patrimonio de la Humanidad: las variedades locales, fruto del trabajo de generaciones de agricultores. La causa principal de su desaparición a un ritmo alarmante es la implantación, tras la llamada «Revolución Verde», de un tipo de agricultura industrializada (FAO, 1996). Esta agricultura industrializada, convencional o productivista se encuentra sostenida por el apoyo institucional y las grandes multinacionales y se basa en cuatro nichos tecnológicos: la mecanización, los fertilizantes, los pesticidas y las semillas mejoradas.

El presente trabajo recoge la caracterización de tres variedades locales de *Lycopersicon esculentum* Mill. (Corazón de Toro, Rosado y Amarillo) en la Huerta «Las Moreras» (Parque de Miraflores, Sevilla). Desde un argumento teórico como la Agroecología y una metodología que lo contextualiza como es la Investigación Participativa, se ha realizado la primera fase de un proyecto de evaluación y conservación de variedades locales. Se han obtenido resultados y conclusiones, tanto agronómicas como sociológicas, de gran interés, lo que anima a seguir con el trabajo iniciado. Los resultados obtenidos permiten comenzar con el verdadero objetivo de estos trabajos que es el registro de estos cultivares como variedades comerciales para su posible incorporación al mercado de semilla ecológica, una vez aceptadas por agricultores y consumidores.

Palabras clave: biodiversidad, variedades locales, Lycopersicon esculentum Mill.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se engloba en un proyecto más amplio que se ocupa de la evaluación, uso y conservación de recursos fitogenéticos en el ámbito de la Huerta «Las Moreras» (Parque de Mira-

flores, Sevilla) y de la manera de abordar desde un enfoque agroecológico y participativo el manejo óptimo de estos recursos.

Siguiendo las pautas de los trabajos de recuperación y conservación de variedades locales comenzados en la década de los 90 por el Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) de la Universidad de Córdoba y la Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Junta de Andalucía, en colaboración con cooperativas de agricultura ecológica y asociaciones de consumidores de este tipo de productos en las comarcas de Villamartín (Cádiz), Estepa (Sevilla) y Antequera (Málaga), y expuestos en congresos anteriores (SORIANO y col., 1998; DÍAZ y col., 1998; GARCÍA y col., 2000), se ha realizado un nuevo proyecto encaminado a la evaluación, uso y conservación *in situ* de variedades locales para su posible uso en la agricultura ecológica, esta vez en el medio urbano de la capital sevillana.

Además, este trabajo de caracterización de las diferentes variedades locales sirve como primer paso para promover su registro como variedades comerciales, de forma que su simiente pueda ser incorporada al mercado de semilla ecológica que habrá de generalizarse a partir del 31 de diciembre del año 2003[1]. Evidentemente, solo se promoverá el registro de aquellas variedades que sean consideradas útiles por agricultores y consumidores.

Este registro requiere un examen exhaustivo de las variedades, si bien con la aparición de la nueva legislación estatal[2] este examen podría ser sustituido por pruebas no oficiales, como es la que se presenta en este trabajo (SORIANO y col., 2000).

Esta nueva legislación permite el libre intercambio de semillas entre agricultores, premisa prohibida con la legislación precedente[3] que incluso prohibía su almacenamiento. Esta, junto a otras medidas legislativas y políticas, ha sido una de las razones de la erosión genética en lo referente a las variedades locales. Según estimaciones de la FAO, cada año se pierde una media de 50.000 variedades de interés para el sector agrario (HOBBELINK, 1992).

HUERTA «LAS MORERAS»

La Huerta «Las Moreras» esta situada en el distrito de Macarena, sita en el medio urbano de la capital sevillana y más concretamente en el Parque de Miraflores (mayor zona verde de Sevilla, con 90 has de extensión).

Los orígenes de este parque se sitúan en el movimiento vecinal del distrito a principios de los años 80 surgido para la solución de diversos problemas (ausencia de infraestructuras, equipamientos y dotaciones de todo tipo en las barriadas, caótico desarrollo urbanístico, vertido incontrolado de escombros en zonas verdes, desecación del arroyo de Miraflores, construcción de polígonos industriales, etc.), con el objetivo de reivindicar un parque en el que desarrollar la capacidad de participación e intervención de los ciudadanos (BUENO y ELÍAS, 2000).

En este parque se localiza la llamada Huerta «Las Moreras» de 2 has aproximadamente, constituida por unos 125 huertos de ocio y unos 10 huertos escolares, de unos 125 m^2 cada uno. Junto a los itinerarios pedagógicos que se desarrollan a través de las distintas propiedades históricas situadas en el parque (Hacienda de Miraflores y la Huerta de la Albarrana principalmente) constituyen el llamado Programa «Huerta Las Moreras», proyecto sociocultural surgido en 1991 para fomentar la participación ciudadana en la construcción y uso de un parque respetuoso con el medio ambiente y con el pasado histórico-agrícola de la zona.

Nuestra investigación se ha centrado en los huertos de ocio y en la comunidad de hortelanos/as que lo conforman. Estos huertos tienen como objetivos principales (PASCUAL y col., 1997):

- Facilitar el conocimiento del medio natural.
- Promover la Agricultura Ecológica, fomentando el uso de los recursos locales, a través de los residuos orgánicos y la utilización de energías renovables.
- Desarrollo del sentido cooperativista mediante el trabajo colectivo y solidario, fomentando la participación en la toma de decisiones.
- Promover el conocimiento y la recuperación de las señas de identidad histórico-agrícolas de los vecinos del distrito de la Macarena, reconstruyendo así toda la tradición cultural de la zona.

La comunidad de hortelanos/as que cultiva los huertos para su autoconsumo, practica agricultura tradicional basada en el uso de variedades locales que conservan e intercambian entre ellos/as. Además, parte de la comunidad conserva saberes de interés relacionados con el conocimiento asociado a este tipo de agricultura (manejo de las variedades, control de plagas y enfermedades, recetas culinarias, etc.).

Por todo lo citado anteriormente, se pensó que la Huerta «Las Moreras» presentaba un marco idóneo para llevar una experiencia sobre la conservación y uso de la biodiversidad.

OBJETIVOS

El objetivo que se marcaron todos los implicados en este proyecto (personal técnico y educadores/as de la huerta, los/as propios/as hortelanos/as e investigadores de la Universidad de Sevilla y de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía), fue el de caracterizar y conservar *in situ* las variedades locales presentes en la huerta mediante un tipo de investigación conjunta entre los técnicos y la comunidad, es decir, que la comunidad no fuera un simple objeto de estudio sino que se implicara en la investigación para que en un futuro fuera autogestionable en el manejo óptimo de sus recursos. La necesidad de implicar a la comunidad (verdadera protagonista del proyecto) reside no exclusivamente en permitir identificar sus necesidades y problemáticas sino también sus recursos y los aportes que pueden hacer sus miembros, por lo que su participación es fundamental (DE SCHUTTER, 1981).

La primera fase de este proyecto comenzó con la caracterización de 3 variedades locales de tomate (Corazón de Toro, Rosado y Amarillo), donadas por los hortelanos de la huerta y que llevaban cultivando y conservando desde los orígenes de la misma, hace unos diez años aproximadamente. Para este primera fase se plantearon los siguientes objetivos:

a) Caracterización de las variedades locales de tomate para disponer de información que permita conocer sus características morfológicas, agronómicas, botánicas, fisiológicas, etc.
b) Recolectar información sobre las variedades locales que cultivan o conservan los/as hortelanos/as para futuras evaluaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Planteados los objetivos, se marcaron las pautas y métodos a seguir en la caracterización de las variedades. Reunidos todos los implicados, se llegó a la conclusión de acometer las siguientes fases:

1. *Planear la obtención de la información*: una vez que se tomó contacto con la huerta y se conocían los recursos de la comunidad, se elaboró la forma en la que se iba a realizar la caracterización. Se ideó la necesidad de trabajar en dos líneas de investigación para ampliar el campo de conocimiento:

   a) Caracterización de las variedades basándose en unos descriptores oficialmente reconocidos. La caracterización se realizaría en una parcela de experimentación situada junto al resto de huertos, con el objeto de que toda la comunidad tuviera conocimiento de la experiencia. La parcela, una vez limpia y abonada con estiércol de vaca y cabra, se diseñó en tres zonas para la disposición de las variedades conforme al marco de plantación 0,75 m x 0,50 m. El número de plantulas por variedad fue de 40 para Amarillo y Corazón de Toro y de 80 para Rosado, realizando el transplante el 20 de Marzo de 2000 para Rosado y el 28 de Marzo de 2000 para las otras dos variedades. Las tres variedades, son de crecimiento indeterminado, por lo que se realizó la poda a un tallo. Para el entutorado se utilizaron cañas secas en forma de «cabaña» y cuerda, que es lo normal en la huerta. El riego se realizó mediante surcos.

   b) Evaluación o valoración de las variedades locales por parte de la comunidad mediante técnicas participativas. Los objetivos buscados con este tipo de trabajo eran:

      1. Buscar la participación más activa de la comunidad en la evaluación y conservación de las variedades locales.
      2. Tener información sobre su conocimiento en lo referente a variedades locales en general.
      3. Comprobar que las variedades que se estaban evaluando eran las que ellos/as cultivaban.
      4. Conocer el manejo que tenían en sus huertos en cuanto a conservación, extracción de semillas, semilleros, poda, entutorado, etc., respecto al cultivo del tomate.
      5. Recopilar información sobre las variedades locales que la comunidad cultiva y/o conserva para futuras evaluaciones.

2. *Obtención de la información*: para la caracterización de las variedades con los descriptores se elaboraron una serie de fichas para el control de los diferentes parámetros en la parcela de experimentación. Estos se dividieron según su naturaleza en cualitativos y cuantitativos. Para los descriptores cualitativos (división del limbo, tipo de crecimiento, acostillado, forma del fruto, color del fruto y del follaje, precocidad en maduración, etc.) se utilizaron dibujos de referencia, carta de colores y marcado de plantas en la parcela. Para los descriptores cuantitativos (longitud del tallo y hojas, dimensiones del fruto, producción de

semillas, etc.) se usaron un pie de rey, cinta métrica flexible, tablas para cuantificar la producción, balanza electrónica, semillero y ensayo de germinación. Para la evaluación por parte de la comunidad de las variedades se utilizaron encuestas personalizadas y paneles de degustación. Las encuestas estaban divididas en tres bloques (referente al cultivo del tomate, a otros cultivos y sobre variedades locales en general) y formadas básicamente por preguntas cerradas o de respuesta fija. Para las degustaciones se prepararon platos con tomates maduros troceados, identificados con una ficha que recogía las principales características de la variedad.

3. *Socializar la información obtenida*: una vez obtenidos los resultados y conclusiones finales del trabajo se puso a disposición de la comunidad de hortelanos/as para su conocimiento.

Queda pendiente de realización una cuarta fase en la que se discutirían las conclusiones obtenidas y se seleccionarían las posibles alternativas de acuerdo con la posibilidades y recursos de la comunidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan y discuten los resultados atendiendo a la división comentada: el trabajo con las variedades para su caracterización en la parcela de experimentación y el trabajo con los/as hortelanos/as mediante técnicas participativas (GONZÁLEZ, 2002).

Trabajo con las variedades

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos en la caracterización de las variedades a partir de los descriptores utilizados.

En lo referente a las formas de los frutos los resultados más destacables de este trabajo con las variedades han sido:

- En la variedad Rosado se pueden diferenciar dos formas en el fruto (aplastada y redonda).
- En la variedad Amarillo, a pesar de que la forma acorazonada ha sido la más representativa de la variedad con un 60% de frutos descritos, se han visualizado formas de todo tipo (tomates cuadrados, redondos, aplastados y aperados).
- En la variedad Corazón de Toro se han encontrado dos tipos de frutos acorazonados (forma más representativa de la variedad), frutos en los que la altura es mayor al diámetro y viceversa.

Trabajo con los/as hortelanos/as

La evaluación por parte de la comunidad ha sido realizada por total de 40 hortelanos/as elegidos al azar, lo que supone un 32% de la comunidad de la huerta.

Tabla I. Descripción de las variedades locales de tomate caracterizadas.

		Variedades locales de tomate			
		Corazón de Toro	Rosado		Amarillo
TALLO					
Crecimiento		Indeterminado	Indeteminado		Indeterminado
HOJA					
División del limbo		Pinnada	Bipinnada		Bipinnada
Color del follaje		Verde oscuro	Verde oscuro		Verde oscuro
ARQUITECTURA DE LA PLANTA					
Longitud del tallo		202,30	220,70		217,80
Longitud de la hoja		21,20	32,15		28,50
FLOR					
Inflorescencia		Racimo compuesto	Racimo compuesto		Racimo compuesto
FRUTO					
Forma		Acorazonada	Aplastada	Redonda	Acorazonada
Color madurez		Rosa intenso	Rosa claro	Rosa claro	Naranja oscuro
Color inmadurez		Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro
Intensidad de los hombros		Presentes	Presentes	Presentes	Presentes
Acostillado		Medio	Medio	Liso	Medio
Cicatriz estilar	*Tamaño*	Medio	Medio	Medio	Medio
	Forma	Puntiforme	Puntiforme	Puntiforme	Puntiforme
Cicatriz peduncular		Pequeña	Media	Media	Pequeña
Inserción peduncular		Plana	Ligeramente o fuertemente hundida	Ligeramente hundida	Ligeramente hundida
Sección transversal		Regular	Regular	Regular	Regular
Número de loculos		Multilocular	Multilocular	Multilocular	Multilocular
Dimensiones	*Peso (gr)*	215,22	240,43	195,54	190,67
	Altura (cm.)	7,19	5,27	5,48	6,52
	Diámetro mayor (cm.)	7,22	8,31	7,35	7,26
	Diámetro menor (cm.)	6,64	7,66	6,97	6,41
Producción por planta (Kg./planta)		0,78	0,82	0,69	
SEMILLAS					
Producción de semillas por fruto	*Número de semillas por fruto (semillas/fruto)*	86,88	140,29	45	70,40
	Peso de las semillas (gr/fruto)	0,26	0,39	0,13	0,18
Peso de cien semillas (gr)		0,30	0,28	0,30	0,27

La comunidad de hortelanos/as de la Huerta «Las Moreras» presenta el siguiente perfil: varón, jubilado, edad superior a los 60 años y con experiencia en la agricultura, bien por su trabajo en empresas privadas o en sus propios huertos. Además encontramos hortelanos/as, en su mayoría varones, que actualmente tienen otros oficios ajenos a la agricultura (cocinero, carpintero, yesero, ama de casa, modista, enfermero, funcionario, etc.) y que han adqui-

rido experiencia para llevar su huerta por otros/as hortelanos/as o bien por los cursos ofrecidos en la huerta.

Alrededor del 50% de la comunidad prefieren las variedades locales, fundamentalmente por criterios de salud, ambientales y de calidad, encontrando un 20% que desconoce el concepto de variedad local y un 10% que se muestra indiferente. El resto (20%) prefieren las variedades nuevas y/o híbridos debido fundamentalmente a que *«… tienen garantizadas la producción y le atacan menos los insectos…»*, aunque afirman de igual modo que las locales tienen mejor sabor y textura.

Los criterios preferidos por la comunidad quedan recogidos en algunas de sus expresiones:

- *Criterio de salud y ambiental*: *«…las variedades locales son más naturales…»* (Cristóbal García entrevistado en González, 2002) o *«…antes era mejor porque no se utilizaban productos, como en estos huertos…»* (Julio González entrevistado en GONZÁLEZ, 2002).
- *Criterio de calidad*: *«…las variedades nuevas no tienen sabor…»* (Manuel Yébene entrevistado en González, 2002), *«…ahora hay más líquidos y por lo tanto el sabor no es el mismo…»* (Manuel Sánchez entrevistado en GONZÁLEZ, 2002), *«…las locales son autóctonas y tienen mejor sabor…»* (Eugenio Palomo entrevistado en GONZÁLEZ, 2002), *«…aunque tienen menor producción presentan mejor sabor…»* (Mateo Cortes entrevistado en González, 2002) o *«…aunque las nuevas tienen garantizadas la producción, las locales tienen mejor calidad…»* (Manuel Conejo entrevistado en GONZÁLEZ, 2002).

Estos criterios también quedan reflejados en la Gráfica 1, donde la comunidad de hortelanos/as refleja las consideraciones más importantes en las que se fijan en las variedades locales.

En la Tabla II se muestran las características de las variedades cultivadas destacadas por la comunidad.

Tabla II. Características destacadas por la comunidad de hortelanos/as de las variedades locales de tomate caracterizadas

	Variedades locales de tomate		
	Corazón de Toro	Rosado	Amarillo
Origen de las semillas	Desconocido «Las Moreras»	Hortelano de la Huerta Desconocido	
Forma del fruto	Acorazonada	Aplastada	Acorazonada o Redonda
Color del fruto	Rosa intenso	Rosa	Amarillo-colorao
Otras observaciones	- Algunos/as lo conocen como Sangre de Toro o Corazón de Buey. - Se han encontrado descripciones de frutos redondos y rojos, escapándose del patrón del tomate Corazón de Toro caracterizado.	- Algún hortelano define el color de este tomate como color del jamón, en el caso de recoger el fruto más tarde de lo normal.	- Se ha encontrado un tomate del mismo nombre con origen Americano (California).

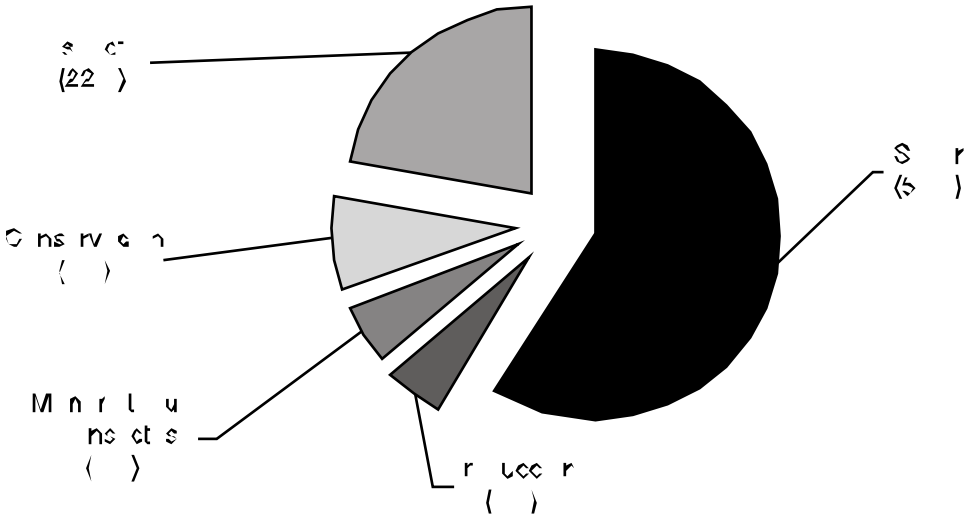


Gráfico 1. *Consideraciones más importantes en las que se fijan los/as hortelanos/as de la Huerta «Las Moreras» de las variedades locales*

En lo que respecta a los paneles de degustación, la variedad más apetecida fue la Rosado, fundamentalmente por su sabor, seguido de su color, su forma y su tacto. Después le siguieron la variedad Corazón de Toro (apetecida por su sabor, color, forma y tacto) y por último la variedad Amarillo, en la que se fijaron principalmente en su tacto y su sabor.

CONCLUSIONES

Se ha comprobado, a partir de los descriptores usados en la caracterización, que las variedades evaluadas poseen la suficiente identidad varietal y presencia de características potencialmente válidas para promover en primer lugar su registro y en segundo lugar su incorporación al mercado de semilla ecológica. Este registro precisaría de un trabajo previo para aumentar la homogeneidad y estabilidad de estos cultivares.

Este trabajo previo es imprescindible porque se han encontrado ciertas discordancias en las formas del fruto de las tres variedades, lo que hace pensar que en los lotes de semillas donados por los hortelanos podría haber diferentes tipos de semillas.

Los resultados obtenidos con los descriptores y con los/as hortelanos/as se han complementado, llegando a obtener información consistente y pareja en los distintos aspectos estudiados.

En la comunidad de hortelanos/as de la Huerta «Las Moreras» existen los elementos básicos para desarrollar una experiencia autogestionable y estable para el uso y conservación de variedades locales, considerando como elementos básicos: una mínima organización de la comunidad, la presencia de un número considerable de variedades locales y el conocimiento sobre manejo y conservación de éstas.

Por último referir que se ha recolectado gran información sobre las variedades que cultivan y/o conservan la comunidad de hortelanos/as y que abarcan siete tomates, dos tipos de lechuga, judías, calabazas, rábanos, ajos, pimientos, etc., por lo que hay suficiente material para seguir este proyecto de evaluación, uso y conservación de variedades locales en la Huerta «Las Moreras». Así lo demuestran dos trabajos (sobre tomate y judía) realizados en la huerta con posterioridad al presentado.

BIBLIOGRAFÍA

BUENO MANSO, F.; ELÍAS BONELLS, J. (2000). El Parque de Miraflores. En: Jardines y Parques de Sevilla. Ed. Editorial Andaluza de Periódicos Independientes. Diario de Sevilla. Caja Rural de Sevilla, 288-301.

DE SCHUTTER, A. (1981). Investigación Participativa: una opción metodológica para la educación de adultos. Ed. CREFAL (Centro Regional de Educación de Adultos y Alfabetización Funcional para América Latina), Michoacán, México, 169-322.

DÍAZ DEL CAÑIZO, M.A.; GUZMÁN CASADO, G.I.; SORIANO NIEBLA, J.J.; ÁLVAREZ FEBLES, N. (1998). Recuperación de variedades tradicionales locales de cultivos y del conocimiento a ellas asociado, para su conservación, uso y manejo, en las comarcas de Antequera (Málaga) y Estepa (Sevilla). En Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Una Alternativa para el Mundo Rural del Tercer Milenio. Valencia, 333-342.

FAO (1996). Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal. FAO, Roma (Italia).

GARCÍA LÓPEZ, A.; GUZMÁN CASADO, G.I.; SORIANO NIEBLA, J.J. (2000). Evaluación de variedades locales de tomate para su conservación «in Situ» en agricultura ecológica. En Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Armonía entre Ecología y Medio Ambiente. Córdoba. (pendiente de publicación).

GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, J.M. (2002). Caracterización de material vegetal de tomate para su posible uso en la Agricultura Ecológica. Trabajo Fin de Carrera de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola «Cortijo de Cuarto». Universidad de Sevilla.

HOBBELINK, H. (1992) La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial. Nordan-Comunidad / Redes. Montevideo (Uruguay).

PASCUAL ORTIZ, M.S.; CIFUENTES OCHOA, M.; GÓMEZ MUÑOZ, G. (1997). Programa «Huerta Las Moreras» en el Parque de Miraflores, Sevilla (España). En: Ciudades para un futuro más sostenible. Boletín CF+S. Nº 1. Julio. Madrid.

SORIANO NIEBLA, J.J.; GUZMÁN CASADO, G.I.; GARCÍA JIMÉNEZ, F.S.; FIGUEROA ZAPATA, M.; LORA GONZÁLEZ, A. (1998). Recuperación de variedades locales de hortalizas para su cultivo ecológico. En Actas del III Congreso de la Sociedad española de Agricultura Ecológica: Una Alternativa para el Mundo Rural del Tercer Milenio. Valencia, 323-331.

SORIANO NIEBLA, J.J.; FERNÁNDEZ SANTAMARÍA, J.; TOLEDO CHÁVARRI, A. (2000). Biodiversidad agrícola, agricultores y erosión genética. Discursos y disposiciones legales que la condicionan. En Actas del IV Congreso de la Sociedad española de Agricultura Ecológica: Armonía entre Ecología y Medio Ambiente. Córdoba (pendiente de publicación).

NOTAS

1 Reglamento (CEE) Nº 1.804/1999 del Consejo de 19 de julio de 1999, por el que se completa, para incluir las producciones animales, el Reglamento (CEE) Nº 2.092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991.

2 BOE 4 de marzo de 2000, Real Decreto 323/2000, de 3 de marzo.

3 BOE 14 de octubre, Orden de 10 de octubre de 1994.

Evaluación de recursos genéticos de *Atriplex halimus* en Castilla-La Mancha como fuente nutritiva en ganadería ecológica

JUAN FERNANDEZ GARCIA[1], JOSE ANTº. LÓPEZ DONATE[1], JUAN JOSE GARCIA NOGAL[2]

[1] Centro de Investigación Agraria de Albacete, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha. Carretera de Aguas Nuevas Km 6. 02071 Albacete. Tfno: 967 222312 . ext:30. c.e-: jfernandezg@jccm.es.

[2] Laboratorio Agrario Regional, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha.

RESUMEN

Partiendo de la prospección realizada de *Atriplex halimus* en Castilla-La Mancha se han evaluado distintos parámetros de biomasa y valor nutritivo-forrajero de 48 muestras que abarcan una gran amplitud geográfica, edafoclimática y de hábitat. Los resultados muestran la buena aptitud forrajera de este arbusto sobre todo en zonas áridas o semiáridas perfectamente compatible con las exigencias de la ganadería ecológica. A ello hay que sumar los beneficios ecológicos resultantes de la propia autoecología de la especie.

INTRODUCCIÓN

En la ganadería ecológica de especies rumiantes, se debe conseguir una alimentación que sea acorde a los niveles de producción, lo más variada posible y basada en el consumo de alimentos directamente en campo. La alimentación mediante el pastoreo proporciona una dieta variada, de buena calidad, rica en fibra, minerales y con menores costes (CABALLERO, 2002).

En sistemas agroecológicos, los recursos alimenticios que utilizan los rumiantes pueden obtenerse a través del aprovechamiento de los pastos naturales, de la utilización de los subproductos derivados de la agricultura o bien a través del consumo de determinadas especies cultivadas herbáceas o arbustivas.

Los cultivos forrajeros de secano, deben estar compuestos por plantas bien adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona de instalación. En Castilla- La Mancha destaca la avena, el centeno, la cebada y el triticale en cuanto a las gramíneas forrajeras y leguminosas forrajeras como veza, trébol, esparceta, zulla, altramuz, guisantes forrajeros y yeros.

El cultivo de especies arbustivas como fuente alimenticia para el ganado es relativamente reciente y aunque se han realizado bastantes estudios sobre este tema durante los últimos

años, los resultados prácticos no han trascendido aún al agricultor. Los arbustos forrajeros suelen estar bien adaptados a las condiciones áridas, toleran bien la sequía y se mantienen verdes durante todo el año; además la parte leñosa ejerce una cierta protección frente al sobrepastoreo. Dentro de este tipo de plantas destaca el género *Atriplex* y en concreto *Atriplex halimus* por su adaptación ecológica a las condiciones mediterráneas y por aportar una considerable biomasa ramoneable en aquellas épocas del año en las que la vegetación herbácea se agosta por el calor o se aletarga por el frío. Por otra parte la presencia de estos arbustos provoca unas condiciones microclimáticas de menor insolación y mayor cantidad de materia orgánica en el suelo que son aprovechadas por la vegetación herbácea, que adquiere un mayor desarrollo.

Según experiencias realizadas en el propio Centro de Investigación Agraria de Albacete, durante el período 1992-1995, se reflejan los datos más representativos de producción y valor nutritivo comparativos entre las familias forrajeras más importantes y *Atriplex halimus* ecotipo estándar FAO INRF 7100.

Tabla I. Producción y calidad forrajera comparada

	Producción (Kg MS/ha)	Proteína Bruta (% s/MS)	Energía Neta (UFL/Kg MS)
Gramíneas *	2.088	10,67	0,79
Leguminosa**	1.278	18,59	0,89
Atriplex halimus std	3.327	10,81	0,60

* Datos medios de avena, cebada, centeno y triticale en mes de junio
** Datos medios de yeros, vezas, guisante y *Lathyrus* en mes de junio

APROVECHAMIENTO GANADERO DE *ATRIPLEX HALIMUS.*

A partir del segundo año de su puesta en terreno, *A. halimus* alcanza el tamaño y el estado de lignificación suficiente para ser aprovechados directamente por pastoreo de las ovejas, aunque puede ser utilizado a partir del primer año, evitando así la excesiva proliferación de los tallos y la producción de frutos.

Se puede consumir prácticamente durante todo el año, ya que por las características anteriormente descritas, puede hacer el papel de almacén de recursos forrajeros para ser utilizados en la época que se desee. Por otro lado García y Fuentes (1990) estiman que es conveniente pastorear los arbustos al menos una vez al año, ya que de lo contrario la renovación de las hojas produciría una pérdida notable de forraje que no seria aprovechado por el ganado, pudiendo producir un desarrollo excesivo de la planta, lo que impedirla a las ovejas aprovechar las partes más altas, a partir de 1,20 m de altura, aconsejándose la utilización de cercados, fijos o móviles, para conseguir un buen apurado de los arbustos.

Gómez y col. (1991) analizan los elementos nutritivos de la fracción ramoneable de A. *halimus*, en verano y en invierno, en una plantación de la provincia de Albacete, donde se evidencian las diferencias para la misma planta, entre las dos estaciones.

MATERIAL DE EVALUACIÓN

El material objeto de la evaluación fue obtenido de una prospección realizada a finales de 1999 según unos itinerarios prefijados que abarcaban presumiblemente todas las áreas potenciales de instalación de *Atriplex halimus* en Castilla-La Mancha. Junto con la recogida de material vegetal se procedió a la toma de una serie de datos anexos referentes a localización, características del hábitat, muestras de suelo y vegetación acompañante. En total se recogieron 48 muestras.

Posteriormente las semillas recolectadas fueron multiplicadas en vivero para su caracterización preliminar en una parcela experimental.

Una vez que el desarrollo de las plantas fue adecuado se procedió a la evaluación de las diferentes entradas para determinar la aptitud forrajera de las distintas poblaciones de *Atriplex halimus*, en base a los siguientes parámetros:

a) Biomasa

A finales de otoño de 2001 se realizaron los controles relacionados con la biomasa, cortando, a ras de suelo, tres plantas al azar de cada una de las entradas, siempre que el arraigo hubiese sido superior al 25%. La parte aérea se separó en una fracción ramoneable o aprovechable (FR) por rumiantes compuesta por hojas y tallos verdes; y una fracción no ramoneable (FNR) que persistiría en la planta tras su aprovechamiento ganadero. Se desecaron las distintas fracciones en estufa a 70º durante 48 horas hasta peso constante, procediendo posteriormente a su pesada y cálculo de los parámetros de biomasa.

Los parámetros evaluados han sido:

- Peso parte aérea por planta (PPA). Peso total de la parte aérea de la planta sin sistema radicular. (gramos/planta)
- Peso fracción NO ramoneable (FNR). Entendida como el peso de los tallos lignificados, considerado como no consumibles por los rumiantes. (gramos/planta)
- Peso fracción ramoneable (FR). Entendida como el peso de las hojas y brotes o tallos verdes, que son consumidos por los rumiantes. (gramos/planta)
- Relación Fracción ramoneable y la parte aérea (FR/PA). Cuantifica la parte del arbusto que puede ser consumida por los rumiantes.
- Relación Fracción NO ramoneable y la parte aérea (FNR/PA). Cuantifica la parte del arbusto que no es aprovechada por los rumiantes.
- Volumen de la parte aérea (VOL). Calculado en función de la altura y diámetro medio de las plantas (dm^3).

La Tabla II recoge los datos medios de los caracteres de biomasa indicados para cada una de las muestras en julio de 2001, así como el promedio, desviación típica y el coeficiente de variación (CV) de cada uno de los parámetros evaluados. Aquellos parámetros sin datos corresponden a muestras con insuficiente número de plantas.

Tabla II. Datos de caracteres de biomasa de Atriplex halimus. Muestreo julio 2001

Código	PPA	FNR	FR	FR/PA	FNR/PA	VOL
AH0001	150	70	80	0,53	0,47	11,00
AH0002	165	90	75	0,45	0,55	6,56
AH0003	340	130	210	0,62	0,38	12,87
AH0004						10,17
AH0005	120	40	80	0,67	0,33	6,97
AH0006	170	70	100	0,59	0,41	4,02
AH0007						7,12
AH0008						3,37
AH0009	490	190	300	0,61	0,39	6,03
AH0010	380	140	240	0,63	0,37	7,16
AH0011	160	60	100	0,63	0,38	5,53
AH0012	160	60	100	0,63	0,38	5,10
AH0013	310	140	170	0,55	0,45	11,15
AH0014	220	80	140	0,64	0,36	5,34
AH0015	360	160	200	0,56	0,44	8,29
AH0016	190	90	100	0,53	0,47	4,39
AH0017	360	110	250	0,69	0,31	5,78
AH0018						7,20
AH0019	330	130	200	0,61	0,39	10,83
AH0020	80	40	40	0,50	0,50	14,58
AH0021						2,64
AH0022	540	250	290	0,54	0,46	24,94
AH0023	120	50	70	0,58	0,42	7,41
AH0024	340	160	180	0,53	0,47	18,20
AH0025	320	130	190	0,59	0,41	21,60
AH0026	150	60	90	0,60	0,40	4,79
AH0027						16,40
AH0028						12,80
AH0029						36,99
AH0030	610	280	330	0,54	0,46	38,79
AH0031	320	170	150	0,47	0,53	25,67
AH0032	485	220	265	0,55	0,45	35,53
AH0033	510	250	260	0,51	0,49	32,83
AH0034	470	210	260	0,55	0,45	19,65
AH0035	590	280	310	0,53	0,47	21,04
AH0036	213	87	127	0,59	0,41	10,20
AH0037	405	195	210	0,52	0,48	10,90
AH0038	365	185	180	0,49	0,51	17,63
AH0039	520	220	300	0,58	0,42	2,90
AH0040	150	60	90	0,60	0,40	8,73
AH0041	170	70	100	0,59	0,41	5,06
AH0042	140	60	80	0,57	0,43	6,42
AH0043	130	50	80	0,62	0,38	5,18
AH0044	640	290	350	0,55	0,45	29,95
AH0045	400	190	210	0,53	0,48	19,51
AH0046	170	80	90	0,53	0,47	6,59
AH0047	360	140	220	0,61	0,39	6,44
AH0048	130	60	70	0,54	0,46	9,02
Promedio	305,8	133,7	172,2	0,6	0,4	12,7
Desv. típica	157,3	74,0	86,2	0,1	0,1	9,5
CV	51,4%	55,4%	50,0%	9,2%	12,0%	74,9%

b) Valor nutritivo

En general es aceptado por los investigadores del tema, que el valor nutritivo de los arbustos viene conferido por su aporte de proteínas y elementos minerales (LE HOUEROU, 1978) que frecuentemente escasean o faltan en los pastizales herbáceos agostados durante el verano o frenados en su crecimiento por efecto del frío durante el invierno.

Normalmente, los *Atriplex* van a presentar un mayor contenido en proteína, cenizas y materia seca que las especies herbáceas, sobre todo en el período seco, ya que en esta época las especies herbáceas se agostan y pierden la mayor parte de su hoja (NARJISSE, 1989).

Los arbustos de la familia de las *Chenopodiáceas,* presentan un mayor contenido en cenizas que los pertenecientes a otras familias de arbustos, lo cual indica un mayor contenido en minerales (CORREAL, 1989). También existe esta superioridad en cuanto a contenidos medios de proteína, debido a que durante el verano las *Chenopodiáceas* son las únicas que no pierden la hoja (SILVA y col. *1985-a).* Al igual que en la productividad, también se observan diferencias estacionales en la composición de estas plantas a lo largo del año, aunque no tan acusadas como en el contenido en materia seca, a pesar de su condición de ser perennes. Esto se debe a que el estado de la planta varía en función de su fenología, ya que en primavera alcanzan su mayor crecimiento y mantienen una mayor proporción de tejido no lignificado, así como más cantidad de hoja, por lo que el contenido de los diferentes principios nutritivos variará en función de estos cambios.

De las muestras obtenidas se ha realizado el análisis químico en laboratorio para cada una de las fracciones (FR y FNR), según lo establecido por «*Official Methods of Analysis of Association of Agricultural Chemists*» (AOAC, 1990), siguiendo las recomendaciones de Van Soest (1963) en cuanto a la determinación de la fibra ácido y neutro detergente.

Los parámetros evaluados han sido:

1. Materia seca (MS), Indica el contenido en agua libre y combinada de un alimento. Expresado en porcentaje del peso fresco.
2. Proteína bruta (PB). Indica el contenido de materias nitrogenadas totales. Expresado en porcentaje de la materia seca
3. Grasa bruta (GB) o Extracto etéreo es una estimación del contenido en lípidos y sustancias no lipídicas solubles en éter. Expresado en porcentaje de materia seca.
4. Cenizas (CEN), da idea del contenido en minerales o materiales no orgánicos. Expresado en porcentaje de la materia seca.
5. Fibra neutro detergente (FND). Corresponde a la fracción de digestibilidad variable que constituyen la pared celular: hemicelulosas, ligninas, celulosas, cutinas… Expresado en porcentaje de materia seca.
6. Fibra ácido detergente (FAD). Corresponde a la fracción glucídica de lignocelulosa expresada en porcentaje de materia seca.

Los resultados obtenidos para los distintos parámetros en cada una de las fracciones (FNR y FR) así como el promedio, desviación típica y el coeficiente de variación (CV) de cada uno de los parámetros evaluados se reflejan en la Tabla III.

Tabla III. Caracteres del valor nutritivo. Muestreo julio 2001

Código	MS		PB		GB		CEN		FND		FAD	
	FNR	FR	FNR	FR	FNR	FR	FNR	FR	FNR	FR	FNR	FR
AH0001	77,6	54,5	9,7	36,1	1,02	2,87	5,06	23,27	86,67	43,33	66,67	16,67
AH0002	79,2	55,7	14,3	20,1	2,12	2,94	6,23	24,43	80,00	56,67	60,00	36,67
AH0003	78,9	49,2	8,6	21,4	1,71	3,22	4,67	19,11	86,67	46,67	60,00	26,67
AH0005	83,1	50,3	8,9	23,1	1,25	3,02	5,40	28,67	83,33	40,00	56,67	26,67
AH0006	84,9	59,3	9,0	17,4	1,64	2,06	6,02	26,35	83,33	46,67	56,67	26,67
AH0009	78,8	45,2	7,6	31,7	1,40	2,45	5,16	27,90	83,33	40,00	56,67	26,67
AH0010	74,2	42,5	7,8	32,7	1,64	2,96	6,00	20,52	83,33	46,67	59,68	26,67
AH0011	76,6	48,7	7,9	27,5	0,35	2,99	5,92	21,14	76,67	50,00	51,61	30,00
AH0012	80,0	52,9	7,1	25,5	1,25	2,83	7,14	19,12	80,00	46,67	36,67	26,67
AH0013	72,9	48,7	7,7	22,7	1,75	3,32	6,80	27,96	86,67	53,33	46,67	26,67
AH0014	76,1	43,9	8,0	30,3	1,81	2,70	5,43	16,76	80,00	50,00	48,39	26,67
AH0015	73,6	43,5	10,4	31,3	2,47	3,32	6,39	16,41	80,00	46,67	53,33	30,00
AH0016	81,5	60,5	8,8	20,7	1,70	3,00	6,54	23,12	83,33	50,00	53,33	16,67
AH0017	73,4	41,2	8,3	39,0	1,84	2,75	8,34	22,84	76,67	43,33	46,67	26,67
AH0019	73,7	56,5	10,7	21,9	1,64	2,02	7,00	22,09	86,67	43,33	43,33	23,33
AH0020	74,9	61,2	9,8	23,2	1,82	4,81	6,36	24,10	76,67	53,33	46,67	23,33
AH0022	77,3	58,1	9,5	13,5	0,67	3,27	5,31	27,52	86,67	36,67	53,33	16,67
AH0023	81,2	53,5	10,5	26,2	2,68	2,52	4,57	18,51	83,33	40,00	56,67	13,33
AH0024	82,3	59,3	10,4	23,0	2,20	3,21	5,05	23,02	90,00	43,33	60,00	16,67
AH0025	74,6	44,6	9,3	41,7	1,52	2,66	4,73	22,04	83,33	43,33	53,33	13,33
AH0026	73,4	43,5	10,7	30,2	1,40	2,66	6,13	22,99	83,33	50,00	53,33	13,33
AH0029	79,4	52,2	9,4	23,8	1,50	3,24	4,23	16,54	90,00	60,00	53,33	36,67
AH0030	78,2	45,7	10,9	19,6	2,09	3,23	4,42	18,32	86,67	46,67	56,67	30,00
AH0031	77,9	58,8	10,3	21,8	1,52	4,16	4,48	19,23	90,00	50,00	53,33	33,33
AH0032	72,5	51,7	8,9	27,4	0,74	3,40	4,77	25,50	80,00	36,67	53,33	23,33
AH0033	74,6	58,4	9,0	22,2	0,64	3,48	5,28	20,62	86,67	46,67	63,33	25,81
AH0034	78,8	50,2	8,1	31,2	0,52	3,29	4,48	21,81	93,33	46,67	66,67	25,81
AH0035	75,5	55,0	7,6	27,0	1,54	3,60	4,21	17,80	86,67	53,33	60,00	26,67
AH0036	75,6	46,6	8,2	29,2	1,33	3,20	4,88	17,05	76,67	46,67	60,00	22,58
AH0037	79,6	59,4	8,0	19,2	0,55	3,82	3,52	39,63	86,67	40,00	60,00	30,00
AH0038	76,7	50,7	8,7	27,8	0,41	3,43	4,34	21,05	90,00	53,33	56,67	30,00
AH0039	67,9	42,2	9,5	30,6	1,07	3,67	4,22	27,27	83,33	46,67	50,00	36,67
AH0040	77,6	56,5	7,4	22,6	1,44	2,67	5,62	25,86	86,67	36,67	70,00	26,67
AH0041	79,6	58,6	10,0	21,5	0,59	2,75	4,26	30,03	93,33	36,67	63,33	16,67
AH0042	70,3	54,5	10,3	27,0	1,73	3,26	4,55	25,56	80,00	46,67	60,00	16,67
AH0043	79,6	53,6	9,1	28,4	1,74	3,43	5,42	24,82	86,67	46,67	61,29	16,67
AH0044	72,0	48,0	10,9	22,3	0,95	3,62	4,14	26,97	76,67	63,33	67,74	33,33
AH0045	77,8	48,2	9,5	23,2	0,77	2,50	5,72	20,09	86,67	50,00	53,33	16,67
AH0046	78,0	62,1	10,5	24,5	1,15	2,67	6,30	31,20	83,33	40,00	50,00	26,67
AH0047	76,7	44,1	9,4	33,5	0,94	2,98	5,09	23,81	83,33	43,33	60,00	26,67
AH0048	80,9	62,5	9,4	17,8	0,97	3,26	4,24	18,41	80,00	43,33	60,00	33,33
Promedio	77,0	52,0	9,3	25,8	1,37	3,10	5,33	23,16	84,07	46,42	56,07	24,98
Desv. típica	3,5	6,2	1,3	5,8	0,56	0,52	1,01	4,66	4,39	6,04	6,75	6,55
CV	4,5%	12,0%	14,3%	22,6%	40,9%	16,6%	18,9%	20,1%	5,2%	13,0%	12,0%	26,2%

Los resultados obtenidos en los distintos parámetros evaluados para el valor nutritivo presentan una cierta dispersión debida a la gran variabilidad edafoclimática de los lugares donde fueron recogidas las distintas muestras añadido a la amplitud ecológica donde se ha podido encontrar esta especie desde zonas salinas hasta escombreras e incluso zonas de vertidos.

Es necesario resaltar la ecología de esta planta que es capaz de colonizar ambientes extremos. Esto junto a la idoneidad de aprovechamiento en verano, hacen de esta planta un alimento ideal en régimen extensivo sin tener que realizar técnicas de cultivo específicas como fertilización, utilización de fitosanitarios, si no que sólo con un buen manejo de las épocas y carga ganadera son suficientes para garantizar la perpetuidad de la plantación.

Únicamente como aspecto ligado a esta plantación es la necesidad de la disposición de un punto de agua para el ganado, dado el alto contenido en minerales de la planta.

En otro orden de cosas, fuera de su uso exclusivamente ganadero, no hay que olvidar el alto valor ecológico de *Atriplex halimus*, que le viene conferido por el papel estabilizador contra la erosión por su cubierta vegetal; su uso en revegetación de zonas degradadas ya sea natural o artificialmente; la potencialidad cinegética como alimento, el refugio y protección que supone para la fauna, así como el favorecimiento de biodiversidad de la zona. También se debe mencionar su utilización en aspectos como utilización en zonas cortafuegos y en xerojardinería.

BIBLIOGRAFIA

A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis of Association of Agricultural Chemists. Arlington, USA, 15th edn.

CABALLERO, I. (2002). Principios técnicos de la ganadería ecológica. Agricultura ecológica ¿una utopía necesaria? Cursos de Verano UCLM. Albacete, 8 pp.

CORREAL, E. (1989). Arbustos forrajeros para zonas áridas y terrenos agrícolas marginales con orientación ganadera y problemas de erosión. Jomadas sobre el futuro del secano aragonés. Edit. Diputación General de Aragón. 123-139.

GARCIA, F.; FUENTES, E. (1990). Cultivo y aprovechamiento de arbustos forrajeros. Consejería de Agricultura, ganadería y Pesca. Murcia.

GOMEZ, V.; PEREZ, J.I.; TORRES, C. (1991). Valoración del arbusto forrajero *Atriplex halimus* pastado por ganado ovino. XVI Jornadas Científicas de la SEOC, Pamplona, 225-239.

LE HOUEROU, H.N. (1978). The role of shrubs and trees in the management of natural grazing lands. 8th World Forestry Congress. Item 10: Forest for Food, Jakarta, Indonesia and FAO, Rome. 24 pp.

NARJISSE, H. (1989). Arbustes fourragers. Cours International de Pastoralisme et Developpement. Montpellier.

SILVA, J.; CORREAL, E.; PASSERA, C.; BOZA, J. (1985). Arbustos forrajeros: composición química y valor nutritivo de algunas especies bajo estudio en el sureste español. 1er Simposium Internacional sobre Explotación Caprina en Zonas Áridas. Fuerteventura.

VAN SOEST, P.J. (1963). Use of detergens in the analysis of fibrous feeds. II A rapid method for determination of fiver and lignin. J. Asoc. Off Anal. Chem. 46: 830-835.

Selección de germoplasma de aguacate raza antillana para su utilización como patrones tolerantes-resistentes a *Phytophthora cinnamomi* Rands

L. GALLO LLOBET[1]; A. RODRÍGUEZ PÉREZ[1,2]; S. PÉREZ ZÁRATE; S. DÍAZ HERNÁNDEZ[1], P. DOMÍNGUEZ CORREA[1]

[1] Dpto. de Protección Vegetal del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.), Apdo. 60, C.P.: 38202 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

[2] Dpto. de Microbiología y Biología Celular. Facultad de Farmacia. Universidad de la Laguna. C.P.: 38207 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.

Los recursos fitogenéticos constituyen la base de la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial, garantizando la disponibilidad de los genotipos necesarios para la mejora genética. Una de las prioridades en la investigación del aguacate es encontrar patrones tolerantes-resistentes a la enfermedad conocida como podredumbre de raíz cuyo agente causal es el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands.

Todos los patrones evaluados proceden de la germinación de semillas recolectadas en árboles de aguacate de raza antillana, pertenecientes a ecotipos locales (Tenerife, La Gomera) y material vegetal recolectado en Cuba. Mediante distintos procesos de selección, se evaluaron 1.667 individuos frente al patógeno y se seleccionaron 500. De éstos, 312 se trasplantaron en sucesivas etapas a una parcela altamente infestada con el patógeno, siendo utilizados como cabezas de clon para su reevaluación en campo.

Se estudió el comportamiento del material vegetal seleccionado durante cinco años para el primer replante, tres años para el segundo y dos años para el tercero. De los 222, 58 y 32 patrones que fueron pasados a campo en cada replante, han sobrevivido a esta enfermedad el 60%, 53% y 69% respectivamente. Estos resultados confirman el alto interés agronómico de la raza antillana como fuente de resistencia a la podredumbre raíz del aguacate.

VI. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN VEGETAL, MANEJO Y PRÁCTICAS CULTURALES ECOLÓGICAS

Produção de Maracujá roxo *(Passiflora edulis* Sims), segundo o modo de produção biológico, na ilha de S. Miguel, Açores

ANTÓNIO STRECHT

R. Emidio Navarro, 61. 4550 – 126 Castelo de Paiva. Portugal

RESUMO

Nesta comunicação aborda - se o cultivo do maracujá roxo *(Passiflora edulis)*, segundo o modo de produção biológico, na ilha de S. Miguel, arquipélago dos Açores, designadamente a preparação do plantio, a fertilização e a protecção.

INTRODUÇÃO

Em Outubro de 1996 a FRUTAÇOR organizou um curso de Agricultura Biológica, em S. Miguel.

De Janeiro de 1997 a Julho de 1999, enquanto técnico da Frutaçor acompanhei a cultura de maracujá conduzida de acordo com o modo de produção biológico de produtos vegetais (Reg. CEE 2092 / 91, modificado); surge assim este trabalho, uma primeira abordagem da produção de maracujá, em Agricultura Biológica, na ilha de S. Miguel (Açores).

ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

De acordo com vários autores o maracujaleiro tem o seu centro de origem no continente Americano, provavelmente no Sul do Brasil. Actualmente encontra - se largamente difundido por toda a zona tropical e sub - tropical, tendo - se naturalizado em diversas regiões de África tropical e austral.

O maracujaleiro é cultivado em diversos países tropicais como o Brasil, Venezuela, Hawai, África do Sul, Austrália.

É também cultivado na Califórnia, nos Açores e na Madeira.

Nos últimos anos o maracujaleiro é cultivado nos quintais do Entre Douro e Minho, Douro Litoral e Beira Litoral, muitas vezes aproveitando as ramadas ou latadas outrora ocupadas por videiras.

DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

O maracujaleiro pertence à família Passifloraceae, género Passiflora.

É uma trepadeira vigorosa, sub - lenhosa, de crescimento rápido, com um sistema radicular superficial e pouco ramificado (60 a 80% das raízes concentram - se nos primeiros 50 centímetros em volta do tronco, mais de metade das raízes encontram - se nos primeiros 30 centímetros de solo).

No que concerne à indução ao florescimento, esta só ocorre se os dias tiverem o mínimo de 11 horas de luz.

As flores são hermafroditas e apresentam 5 sépalas, 5 pétalas e 2 fileiras de filetes e 5 estames com grandes anteras carregadas de pólen , ovário no centro da flor. As flores abrem apenas uma única vez e têm uma duração curta.

A polinização é predominantemente entomófila, o principal agente polinizador natural é a abelha «mamangava», havendo uma estreita co - adaptação entre a morfologia deste insecto e a da flor

Em S. Miguel, a abelha domestica *(Apis melifera)* e as formigas são importantes agentes polinizadores, sendo de todo o interesse a existência de algumas colmeias, nos quartéis de maracujaleiros.

EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

Adapta - se a solos ligeiramente ácidos, com pH entre 5,5 e 6 , bem drenados, até uma profundidade mínima de 45 centímetros, textura arenosa ou areno - argilosa e ricos em matéria orgânica.

Esta planta vegeta bem em ambientes com temperaturas médias de 21 a 31 ºC, e um óptimo de 25ºC.

É sensível aos ventos.

PREPARAÇÃO DO PLANTIO

Em Agosto, deverá proceder - se à selecção de sementes, escolhendo frutos de plantas do segundo ano, os maracujá dos quais se extrai a semente deverão ter um diâmetro mínimo de 5 centímetros, apresentar coloração púrpura uniforme, estarem isentos de sintomas ou sinais de doenças ou pragas, possuírem uma casca coriácea, lisa e brilhante, e a polpa de sabor ligeiramente ácido deverá ter um perfume forte e característico.

As sementes deverão ser secas à sombra, e posteriormente guardadas em sacos de pano.

Em Dezembro deverá realizar - se a sementeira das pequenas sementes pretas, as quais deverão ser previamente imersas por momentos numa solução de dentes de alho *(Allium sativum)* picados (feita a partir de100 gramas de dentes de alho picados, um litro de água e posterior filtragem após uma hora de imersão do alho na água), para as «desinfectar» de fungos como é o caso do *Pytium*, que por vezes causa grandes perdas a nível do plantio.

A sementeira é efectuada em tabuleiros de madeira com um comprimento de 200 centímetros, uma largura de cerca de 60 centímetros e uma profundidade de 10 centímetros, em «areia da ribeira», previamente desinfectada com uma solução de dentes de alho picados (75 gramas por 10 litros de água filtrada após estar uma hora em contacto com o alho).

Os tabuleiros deveram ser colocados sobre superfícies que o rato caseiro (designado em S. Miguel «murganho»*(Mus musculus)*) não consiga subir. Além disso, como medida de precaução, deverá proceder - se à colocação de armadilhas para o «murganho», conhecidas em S. Miguel pela designação de «murganheiras».

Estes tabuleiros devem localizar - se em estufas, e manter um teor de humidade propicio à germinação.

A emergência dos jovens maracujaleiros, ocorre habitualmente, cerca de um mês após a sementeira.

Em fins de Janeiro, principio de Fevereiro deverá proceder-se à repicagem do plantio para sacos de polietileno contendo um terriço constituído por composto orgânico bem maduro (cerca de 40 %) e por terra (cerca de 60%).

Nas primeiras semanas após a repicagem do plantio, que normalmente ocorre em Maio, os jovens maracujaleiros devem ser pulverizados com uma solução de «rabo de asno» *(Equisetum sp.)* a 20 % (preparada a partir de 1000 gramas de planta verde ou de 150 gramas de planta seca, deixada de molho num recipiente não metálico durante 24 horas em 10 litros de água, após este tempo deverá proceder - se à fervura 20 minutos, procedendo - se após o arrefecimento à filtragem).

Após estas primeiras semanas o plantio deverá ser tratado semanalmente com a solução de rabo de asno acima referida, procedendo – se á pulverização com uma solução de hidróxido de cobre (300 gramas por 100 litros de água), Lithothame (1000 gramas por 100 litros de água) e óleo de pinho, que é um molhante, (200 mililitros por 100 litros de água), unicamente em situações particularmente propicias ao desenvolvimento de alguns fungos perniciosos.

No sentido de prevenir o aparecimento de doenças criptogâmicas e do aranhiço vermelho é de toda a importância um conveniente arejamento da estufa.

Durante o desenvolvimento do plantio nos sacos de polietileno, deverá proceder-se a fertilização de cobertura, utilizando chorume de urtiga (1000 gramas de planta verde ou 150 gramas de planta seca, em 10 litros de água, durante 14 dias).

FERTILIZAÇÃO

O maracujaleiro prefere solos profundos, frescos, ricos em matéria orgânica e em potássio e ligeiramente ácidos, com valores de pH próximos de 6.

Dado não haver, à data, na ilha de S. Miguel valores de nutrientes extraídos pelo maracujaleiro, são mencionados abaixo, valores de fertilizantes orgânicos a aplicar por pé de maracujaleiro, devendo atender - se em cada caso ás características do solo onde vegeta o maracujaleiro (são valores de referência);

À plantação (meados de Maio - inicio de Junho)

Fosfato natural a 15 % ~ 0,8 kg
Composto orgânico ~ 10 kg

Julho (aproximadamente um mês depois da plantação)

Composto orgânico ~ 10 kg

Setembro (inicio do mês)

Composto orgânico ~ 10 kg

Março

Fosfato natural a 15 % ~ 0,5 kg
Composto orgânico ~ 10 kg

Junho

Composto orgânico ~ 10 kg

À época em que residi em S. Miguel, não era possível dispor na ilha de vinhaça de beterraba, contudo , se for possível a aplicação no sistema de rega deste fertilizante, particularmente rico em potássio, terá todo o interesse, podendo aplicar – se entre 500 e 800 gramas por ano de vinhaça a cada pé de maracujaleiro.

PROTECÇÃO DE PLANTAS

Doenças da cultura do maracujá

Inventário das doenças que afectam a cultura do maracujá

Nestes 3 anos (97 a 99) foi possível detectar a presença de diversos fungos no maracujaleiro e no maracujá.

Tabla I. Doenças da cultura do maracujá

Doença	Importância dos estragos
Sclerotiniose **(*Sclerotinia sp.)*	Elevada a média
Alternariose *(*Alternaria passiflorae)*	Elevada a média
Septoriose* *(Septoria passiflorae)*	Elevada a média
Míldio *(Phytophtora sp.)*	Reduzida a nula
Antracnose *(Gloesporium sp.)*	Reduzida a nula

NOTA: No quadro 1 refere - se a importância «habitual» dos estragos ocasionados pelos diferentes fungos que afectam a cultura do maracujá.
* Doenças que prejudicam os maracujás
** Doença que afecta especialmente, os maracujaleiros, normalmente provocando a morte de alguns ramos, podendo mesmo em caso extremo ocorrer morte de toda a planta

Limitação doenças que afectam a cultura do maracujá

As medidas preventivas são de primordial importância:

As condições climáticas, designadamente temperaturas amenas e valores elevados de humidade relativa atmosférica favorecem o desenvolvimento de diversos fungos nos maracujaleiros.

Contudo o produtor de maracujá pode limitar drasticamente os focos de infecção e deste modo reduzir a extensão do ataque dos fungos, através de diversas práticas culturais:

- utilização de sementes provenientes de frutos sãos
- desinfecção da semente
- desinfecção do substracto onde se prepara o plantio
- protecção do plantio através da aplicação de decocção de «rabo de asno» *(Equisetum sp.)* e de soluções de hidróxido de cobre, lithothame e óleo de pinho (molhante)
- supressão das folhas e frutos infectados, da planta e do quartel
- poda sanitária, isto é supressão das partes da planta infectadas
- não apertar os compassos
- fertilização equilibrada, evitando sempre que possível a aplicação de adubos orgânicos de assimilação rápida
- utilização de matéria orgânica bem decomposta
- irrigação localizada

Em complemento destas medidas e para conseguirmos produções boas e de qualidade, deve proceder - se à pulverização dos maracujaleiros com as soluções referidas no ponto 5.

A frequência de aplicação destas soluções depende da humidade e da temperatura atmosférica, normalmente as pulverizações devem ser mais frequentes de Junho e Setembro.

Pragas da cultura do maracujá

Podemos dizer que a cultura do maracujá em S. Miguel não é normalmente sujeita à acção perniciosa de pragas com importância económica relevante, contudo em algumas fases do seu desenvolvimento , com é o caso da fase pós plantação, os coelhos, os caracóis e as lesmas podem causar prejuízos de vulto ás jovens plantas.

No que concerne à mosca do mediterrâneo *(Ceratitis capitata)*, é de referir o aparecimento de estragos nos frutos, na Primavera de 1999 (embora em poucos frutos), em 97 e 98 os estragos da mosca ocorreram somente no Outono.

Inventário das pragas do maracujá

A monitorização das pragas na cultura do maracujá, em 1997, 1998 e 1999; em explorações de cooperantes da Frutaçor (S. Miguel), permitiu a detecção das seguintes espécies animais, potencialmente perniciosas:

Tabla II: Pragas do maracujá e sua importância

PRAGA	IMPORTÂNCIA DOS ESTRAGOS
Mosca do Mediterrâneo *(Ceratitis capitata)*	Média a reduzida
Cochonilhas *(Coccus perlatus, Eulecanium sp.)*	Reduzida a nula
Aranhiço vermelho *(Tetranychus urticae)*	Reduzida a anula
Tripes *(Hercinothrips phemoralis, Partenothrips dracaenae, Haplothrips aculeatus))*	Reduzida a nula
Afideos	Reduzida a nula
«Boa nova» *(Pantomorus cervinus)*	Nula
Ratazana preta *(Rattus rattus)*	Média a nula
Coelho *(Oryctolagus cuniculus)*	Média a nula
Caracóis	Média a nula
Lesmas	Média a nula

NOTA: No quadro acima são referidos os estragos «habitualmente» causados pelas diferentes pragas que afectam a cultura do maracujá (de acordo com o observado em 97,98 e 99).

Limitação da acção das pragas da cultura do maracujá

a) Auxiliares artrópodes

A monitorização dos auxiliares presentes nos quartéis de maracujaleiros dos cooperantes permitiu a detecção dos auxiliares abaixo referidos.

Tabla III: Auxiliares predadores, presentes nos quartéis de maracujaleiros de S. Miguel

Auxiliar	Praga
Acaro fitoseídeo *(Amblyseius andersoni)*	Aranhiço vermelho
Crisopa	Afideos, e diversas outras pragas
Microhimenópteros	Cochonilhas

A presença dos auxiliares é favorecida pela existência dos abrigos.

Além destas sebes vivas, algumas plantas herbáceas, presentes em S. Miguel favorecem a presença destes artrópodes auxiliares:

Tabla IV: Algumas das plantas que favorecem a presença de auxiliares em quartéis de maracujaleiros

Planta	**«Auxiliares atraidos»**
Cana *(Arundo donax)*	Himenópteros, Coccinelideos (joaninhas)
Caniço *(Phragmites australis)*	Himenópteros, Coccinelideos
Erva - moira (*Solanum nigrum)*	Himenópteros,Sirfideos, Coccinelideos
Funcho *(Foenicum vulgare)*	Himenópteros, Coccinelideos, Sirfideos
Macela *(Anthemis spp.)*	Himenópteros
Malmequer *(Chrysamthemum spp.)*	Sirfídeos, Pentatomideos
Mentrasto *(Mentha suaveolens)*	Himenópteros
Sabugueiro *(Sambucus nigra)*	Himenópteros, Coccinelideos

b) Auxiliares vertebrados

Em S. Miguel existem alguns mamíferos auxiliares, o ouriço cacheiro *(Erinaceus europaeus)*, a doninha, vulgarmente designada pelos micaelenses «comadrinha» *(Mustella nivalis), e morcegos, designadamente o (Nyctalus azoreum);* contudo em quartéis de maracujaleiros as aves são os auxiliares vertebrados de maior importância.

Em «quintas» com a cultura do maracujá, vivem o touto *(Sylvia atricapilla)*, o melro negro *(Turdus merula)* e o Stº Antoninho, Frifolha, Frifolhinha, Vinagreira ou Papinho *(Erythacus rubecula)*.

Estas aves nidificam nas latadas e espaldeiras de maracujaleiros (as 3 espécies), nos abrigos que limitam os quartéis (especialmente o melro negro), e muros junto aos quartéis de maracujaleiros (Stº Antoninho).

A manutenção dos tradicionais muros de pedra solta, e dos abrigos, procedendo - se a podas moderadas e periódicas destas sebes; bem como a consciencialização dos agricultores quanto à importância destas aves, preciosos auxiliares; são algumas das medidas que contribuem para a presença destes passeriformes nos quartéis de maracujaleiros.

Controle de infestantes

Na caldeira: colocação de material vegetal, «empalhamento, paillage ou mulching», podendo utilizar - se folhas dos abrigos, ou plantas herbáceas sem sementes e previamente secas, ou fetos sem esporos e secos, ou aparas de madeira.

Antes de se proceder à colocação do material vegetal deve - se regar bem a «cuveta», o material vegetal colocado na «cuveta» deve constituir uma camada de pelos menos 25 centímetros de altura.

Esta técnica evita o crescimento de ervas , reduz a evaporação, mantém o solo com um teor de humidade maior e reduz o número de regas.

No restante espaço dos quartéis de maracujaleiros deve manter - se o solo coberto de vegetação, periodicamente cortada e deixada sobre o solo.

PRODUÇÃO

O número de anos que permanecemos em S. Miguel não permitiu chegar a conclusões definitivas quanto á produção de maracujá, segundo o modo de produção biológico, contudo as produções e o tamanho dos maracujás obtidos em Agricultura Biológica, foram idênticas ás obtidas no modo de produção convencional.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, uma palavra de gratidão ao Engº Jacinto Gil, que ao nos convidar em Dezembro de 1996 para ingressar como técnico da FRUTAÇOR - Cooperativa Agrícola Açoreana de Hortofruticultores nos possibilitou o desenvolvimento da assistência técnica a agricultores, em conversão à Agricultura Biológica.

Uma palavra de apreço aos técnicos da Direcção de Serviços de Protecção de Plantas, designadamente à sua directora, a Engª Margarida Neves e aos técnicos, Engº Aperigio Malveiro, Drª Leonor e Engº José Mota, por toda a colaboração prestada, especialmente na identificação de insectos e ácaros perniciosos e auxiliares.

Por último um «muito obrigado» aos agricultores que acreditaram ser possível a produção de maracujá de acordo com o modo de produção biológico.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J.M.R. (1972). *O maracujá , considerações sumárias sobre a sua cultura.* Junta Provincial de Povoamento de Angola. Divulgação Agro - Pecuária Nº 99, Luanda

CABRAL, A. (1947). *Pequenas culturas exóticas nos Açores: O Maracujá* Boletim da Comissão Reguladora dos Cereais do Arquipélago dos Açores, vol. V, p. 77 - 83, Ponta Delgada.

GRAND, L. et al (1982). *Pico da Vara, uma zona de valor internacional a* preservar, Ponta Delgada

SANTOS, C. (1992). *A cultura do Maracujá nos Açores* Estágio Integrado no Curso de Biologia / Geologia Departamento de Biologia da Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 49 pp.

SCHMID, O; HENGGELER, S. (1989). *Ravageurs et maladies au jardin:* Les solutions biologiques Terre Vivante, Paris, 254 pp.

STEINBERG, E. (1988). *Maracujá, guia práctico para um manejo equilibrado.* Nobel.

STRECHT, A. (1997). *Contribuição para o estudo da ornitofauna de agro – - ecossistemas da Ilha de S. Miguel.* Com. ao IV Encontro Nacional de Protecção Integrada, Universidade dos Açores.

Adopción de prácticas de cultivo con impacto ambiental positivo: un análisis en plantaciones de mango en la costa subtropical del sureste español

JAVIER CALATRAVA, SAMIR SAYADI

Departamento de Economía y Sociología Agraria
CIDA Granada (España)
e-mail: *javcal@arrakis.es; ssayadi@arrakis.es*

RESUMEN

El cultivo de Mango en la costa surmediterránea española comenzó en la segunda mitad de la década de los ochenta. La superficie total de mango en España es actualmente de unas 1.000 hectáreas de las que casi el 90% están diseminadas en los litorales de Granada y Málaga y el resto en las Islas Canarias, constituyendo ambas zonas los únicos enclaves donde se cultiva el mango en plantaciones regulares en la Unión Europea.

En los últimos años se han venido adoptando diversas técnicas de cultivo con alguna influencia positiva sobre el medioambiente, sin que se hayan analizando los factores que determinan dicha adopción por los fruticultores.

La presente comunicación describe los resultados de una encuesta a 100 cultivadores de mango en la zona litoral de Málaga y Granada, que ha sido llevada a cabo con el objetivo de analizar la situación con respecto a la adopción de prácticas de cultivo favorables para el medio ambiente. Tras identificar dichas prácticas, se ha utilizado un modelo de regresión Probit para tratar de detectar aquellos factores determinantes de la adopción. Se obtienen, finalmente algunas conclusiones que permiten diseñar estrategias para incrementar los niveles de adopción existentes actualmente entre los cultivadores de mango.

INTRODUCCIÓN

El mango en la costa sur-oriental de la península ibérica comienza a extenderse a mediados de los años ochenta alcanzando actualmente una superficie próxima a 900 hectáreas, siendo actualmente el tercer frutal tropical en la zona, tras el aguacate y el chirimoyo. En 1982 apenas había 150 árboles de mango diseminados en huertos (CALATRAVA, 1993). Las actuales plantaciones de mango o bien ocupan tierras en laderas suaves, allanadas o abancaladas con bancales de gran extensión (principalmente en la provincia de Málaga), o bien están ubicadas en zonas de fuertes pendientes sin abancalar o abancaladas en pequeñísimos bancales-paratas (más bien en

la costa de Granada). En el litoral surmediterráneo se producen actualmente más de 10.000 Tm de mango entre los meses de julio y noviembre.

Tanto los cultivares utilizados como las técnicas para el cultivo del mango han ido variando mucho desde el comienzo de las plantaciones hasta la actualidad, adaptándose, por una parte, al cultivo de la especie en una zona de clima mediterráneo cálido, subtropical, prácticamente casi en el límite climático de la especie (GALAN, 2000), y, por otra, a las exigencias de los mercados. Esta adaptación tecnológica del cultivo del mango ha ido en varias direcciones: adaptación varietal, elección de patrones adecuados, adaptación al tratamiento de plagas y enfermedades, y prácticas culturales; algunas de estas innovaciones presentan algún efecto positivo sobre el medioambiente y sobre la sustentabilidad del cultivo, sin que se hayan realizado hasta el momento, estudios sobre los factores que determinan o no su adopción, una vez que se establece su viabilidad desde el punto de vista financiero. La presente comunicación, tras identificar algunas innovaciones tecnológicas que pueden tener algún impacto positivo sobre el medio ambiente, se determinan y analizan aquellos factores (características de los fruticultores y de sus explotaciones) que favorecen la adopción de estas practicas de efectos positivos para el medioambiente, y se sacan una serie de conclusiones al respecto, que permiten diseñar estrategias para generalizar su adopción.

METODOLOGÍA

A partir de una encuesta a 100 cultivadores de mango realizada entre enero y abril de 2002, en la costa subtropical de las provincias de Málaga y Granada se ha obtenido información sobre una serie de tecnologías relacionadas con la sustentabilidad ambiental y sobre diversas características de la explotación y del empresario. El cuestionario se ha estructurado en tres grandes bloques: en el primero se solicita información general sobre las características de la explotación (superficie, nº de árboles de tropicales, especies existentes, etc.); en el segundo bloque se intenta identificar las innovaciones tecnológicas que afectan al medioambiente, y en el último bloque, se pretende conocer las características socio-demográficas de cada entrevistado (edad, nivel de instrucción, formación agraria, dedicación a la agricultura, etc.).

Tras un análisis de las distintas prácticas tecnológicas existentes en el cultivo, se ha identificado un cierto impacto sobre el medio ambiente en las siguientes:

- Técnicas de no laboreo o laboreo de conservación sin uso (o con uso reducido) de herbicidas.
- Poda de floración: con añadido al suelo de los restos de poda: la poda de floración se hace en el mes de mayo en los árboles jóvenes, para evitar que produzcan prematuramente, y en febrero-marzo, para retrasar la floración a épocas de temperatura favorable y evitar así el aborto de embrión, frecuente en la zona, por las relativamente bajas temperaturas de finales de otoño e invierno.
- Trituración de restos de la poda convencional, añadiéndolos al suelo.
- Desbrozadora, como alternativa total o parcial al uso de herbicidas.
- Práctica del mulching, tanto en base a materiales plásticos, como, más recientemente, bagazo de caña de azúcar o cáscara de almendra.

- Sistema de producción ecológica o integral: los casos de producción ecológica y/o integrada son escasos aunque es una innovación que tiende a incrementarse.

Los sistemas de riego por goteo, microaspersores, etc., a pesar de suponer un importante ahorro de agua respecto al sistema tradicional de riego a manta, no se han considerado como innovación reciente por estar ya prácticamente generalizados como tecnología en las plantaciones de mango. Un análisis sobre innovación en el uso del agua, en las explotaciones de la zona puede verse en Calatrava y Sayadi, (2001).

Se ha considerado cada una de las tecnologías anteriores en su forma de variable binómica (uso - no uso, presencia - ausencia, etc.): e_t para la tecnología t, y se ha definido un índice de innovación I_i de la siguiente forma:

$$I_i = \sum_{t=0}^{t=6} \in_i$$

t: 0,..., 6 = Número de innovaciones
I_i: Índice de innovación tecnológica

«I_i» varía, por tanto, entre 0 y 6. Para identificar la estructura de relación de «I_i» con variables ligadas a características del empresario y de la explotación, y como «I_i» es una variable que no sigue una distribución normal, lo que se ha contrastado mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, se ha ajustado un modelo Probit multinomial ordenado.

Para ello, «I_i» se ha considerado como variable dependiente cualitativa tomando cuatro niveles codificándose de la siguiente manera:

- «I_i» ≤ 2: agricultor «Poco Innovador»
- «I_i» = 3: agricultor «Algo Innovador»
- «I_i» = 4: agricultor es «Bastante Innovador»
- «I_i» ≥ 5: agricultor es «Muy Innovador»

Las variables independientes que se han considerado en la especificación del modelo han sido edad (EDAD); nivel de estudios (ES), nivel de formación agraria (FORMAGR); auto-evaluación en una escala de 0 – 9 de nivel de riesgo que se está dispuesto a asumir al adoptar innovaciones tecnológicas (RIESGO); tipo de mano de obra utilizada en el proceso productivo (MANO_OB); pertenencia a alguna cooperativa u otra forma de agrupación (COOP); tenencia de libros sobre cultivos tropicales (LIBROS); tipo de dedicación a la actividad agraria (DEDIC); años de dedicación a la actividad (AÑOS); número de árboles de mango (ÁRBOLES); asistencia a cursos de naturaleza agraria (CURSOS) y realización de viajes agrarios con visitas a otras zonas españolas o a otros países (VIAJES).

En la Tabla I se puede ver la explicitación de dichas variables, así como los distintos niveles que toman.

Tabla I. Definición de las variables independientes del modelo Probit ordenado

Variables	Descripción
Constante	Término constante
EDAD	Edad del agricultor (años)
ES1_2	«1» si sin estudios/estudios primarios, «0» si no
ES3	«1» si estudios secundarios (bachillerato, FP, etc.) «0» si no
ES4	«1» si estudios superiores (universidad), «0» si no
FORMAGR	«1» si tiene algún tipo de formación agraria reglada, «0» si no
RIESGO	Valoración escalar del nivel de riesgo de los agricultores entre «0» y «9»
MANO_OB1	«1» si sólo familiar, «0» si no
MANO_OB2	«1» si familiar y asalariada eventual, «0» si no
MANO_OB3	«1» si sólo asalariada eventual, «0» si no
LABOR4	«1» asalariada fija y otros, «0» si no
COOP	«1» es miembro de una cooperativa, «0» si no
LIBROS	«1» si dispone de libros en su casa, «0» si no
DEDIC	«1» si dedicación es total y exclusiva, «0» si no
AÑOS1	«1» si es menos de 5 años, «0» si no
AÑOS2	«1» si es entre 5 y 10 años, «0» si no
YEARS3	«1» si es hace más de 10 años, «0» si no
AÑOS3	«1» si ha sido siempre agricultor, «0» si no
ÁRBOLES	Número de árboles de mango dentro de la explotación
CURSOS	«1» si el agricultor ha asistido a algún curso de formación agraria, «0» si no
VIAJES	«1» si ha realizado algún viaje con visitas agrarias a otras zonas españolas o a otros países, «0» si no

RESULTADOS

En la Tabla II pueden verse las frecuencias muestrales de adopción para las innovaciones de efecto medioambiental positivo consideradas. Vemos que existe un nivel elevado de conocimiento salvo para el «mulching» y para las formas ecológicas e integrada de producción, particularmente para esta última, donde el desconocimiento es muy elevado.

Tabla II. Frecuencias muéstrales de las tecnologías consideradas

	Adoptan	No adoptan y conocen	No adoptan y desconocen
No uso de herbicidas en no laboreo o laboreo de conservación	16	84	0
Poda de floración	80	16	4
Trituración de restos de poda	20	75	5
Desbrozadora	42	56	2
Mulching	21	27	52
Formas de agricultura ecológica o integrada	7	93 (*)	

(*) Del 93%, 32% desconocen lo que es la producción ecológica y el 65% no saben qué es la integrada.

En la Figura I se incluye la distribución de frecuencias muéstrales del índice de innovación I_i. La aplicación del Test de Kolmogorof-Smirnof no permite aceptar ($P \leq 0,95$) la hipótesis de nor-

malidad en la distribución, por lo que para darle al índice el tratamiento de variable dependiente en el modelo de adopción, se ha optado por estratificarla convirtiéndola en una variable multinomial, como se indicaba en la metodología.

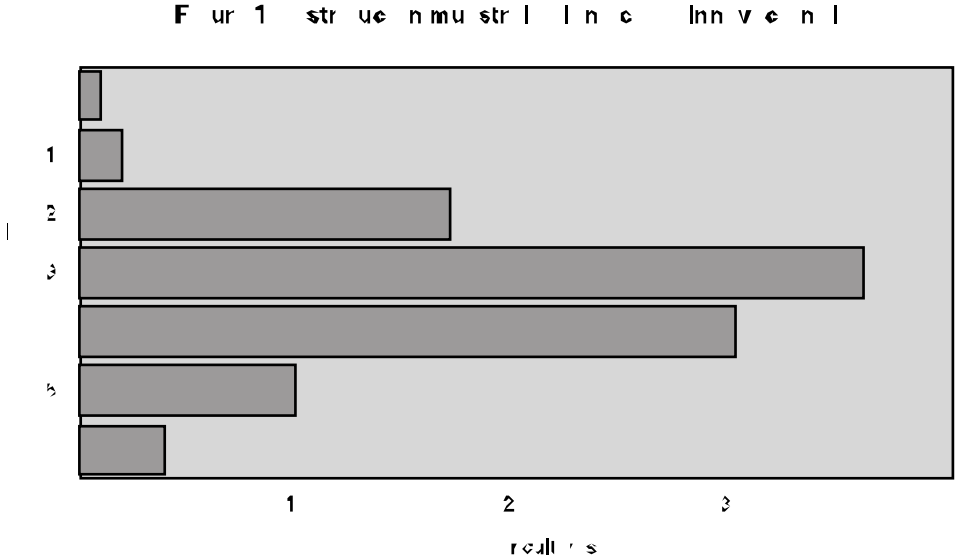


Figura I. *Distribución muestral del Indice de Innovación «I_i»*

En la Tabla III se incluyen los resultados de la estimación final del modelo Probit cuya especificación se detalla en la metodología, tras eliminar las siguientes variables que han resultado no ser significativas (P≤ 0,95):

- Nivel de estudios
- Nivel de asunción de riesgo en las nuevas inversiones
- Dedicación total o parcial a la agricultura
- Lectura habitual de libros técnicos
- Realización de viajes técnicos y visitas
- Pertenencia o no a una asociación o cooperativa

Sorprende la no significación de la relación con I_i en el caso de algunas de estas variables que habitualmente suelen ser explicativas en los estudios de adopción de innovaciones agrarias, pero ello se explica por determinadas peculiaridades del sector frutícula tropical español, así por ejemplo, por lo que se refiere a la dedicación a la agricultura, hay que explicar que la dedicación parcial incluye a muchos empresarios de sectores no agrarios que invierten beneficios excedentes de sus actividades (construcción, determinadas profesiones liberales de alto nivel de ingresos, etc.) en fruticultura, creando explotaciones agrarias modernas con cierta frecuencia gestionadas o asesoradas por un técnico, que suelen presentar alto nivel de adopción tecnológica en contraposición a la pequeña empresa tradicional familiar (CALATRAVA Y GONZÁLEZ, 1995).

Tabla III. Resultados del modelo Probit multinomial

Variable	Coeficiente	T	Significación
Constante	1,601082225	2,018	0,0436
ÁRBOLES	0,000168498	2,019	0,0435
RIESGO	-0,115249753	-1,530	0,1259
EDAD	-0,020416889	-1,994	0,0461
MANO_OB2	0,395417988	1,312	0,1896
MANO_OB3	1,513746462	2,224	0,0261
MANO_OB4	0,696390541	2,288	0,0221
CURSOS	1,746176019	2,913	0,0036
AÑOS2	-1,020026017	-1,854	0,0638
AÑOS3	-1,073362805	-2,378	0,0174
AÑOS4	-1,229722291	-2,727	0,0064

Logaritmo de la Verosimilitud: -115,1357
Logaritmo de la Verosimilitud del modelo restringido: -130,3766
Valor de Chi-cuadrado: 30,48183
Grados de libertad: 10
Nivel de Significación de la regresión α = 0,000714

Por lo que se refiere a las variables cuya relación con I_i es significativa, el tamaño de la plantación de mango presenta una relación directa con I_i en el sentido de que las plantaciones de mayor número de árboles presentan mayor índice de innovación que las menores lo que indica la existencia de un efecto de escala en innovación. Analizada esta relación se ve que es creciente hasta plantaciones de 1000 árboles, estabilizándose en valor de I_i para explotaciones mayores. La edad del empresario está inversamente relacionada con I_i en el sentido de que los empresarios con menor edad innovan más en las tecnologías consideradas.

La asistencia a cursos agrarios está directamente relacionada con la innovación, siendo dicha relación muy significativa (α = 0.0036), en el sentido de que los participantes en cursos de formación agraria son más innovadores que los que habitualmente no asisten a dichos cursos. La asistencia a cursos está, lógicamente, relacionada con el nivel de conocimiento de la tecnología.

Respecto a las variables multinomiales incluidas como independientes en el modelo (tipo de explotación según mano de obra y años de dedicación a la agricultura) que han resultado significativas para explicar I_i, se han realizado los ajustes correspondientes cambiando el nivel de referencia y los resultados en cuanto a nivel de significación pueden verse en la Tabla IV (a y b). De la observación de dichas Tablas se deduce, por una parte, que los titulares de explotaciones de carácter empresarial (niveles 3 y 4) son significativamente más innovadores, en cuanto a las tecnologías consideradas que los de las explotaciones que usan mano de obra familiar (niveles 1 y 2), y, por otra, que los empresarios incorporados a la agricultura en los últimos diez años introducen más en su explotación las innovaciones consideradas que los que ya eran agricultores entonces. Esta variable pudiera, en principio, explicar gran parte de la varianza de I_i explicada también por la edad, sin embargo no es así en un sector como el subtropical que en el que es frecuente la innovación en explotaciones cuyos titulares, no necesariamente jóvenes provenientes de fuera del sector agrario, al que se incorporan como inversión, como se ha comentado.

Tabla IV. Resultados de contrastes de significación entre niveles de las variables MANO_OB (a) y AÑOS (b)

(a)

	MANO_OB4	MANO_OB3	MANO_OB 2	MANO_OB1
MANO_OB1	S	S	N.S	—
MANO_OB2	S	S	—	
MANO_OB3	N.S	—		
MANO_OB4	—			

(b)

	AÑOS4	AÑOS3	AÑOS2	AÑOS1
AÑOS1	S	S	N.S	–
AÑOS2	N.S	N.S	—	
AÑOS3	N.S	—		
AÑOS4	—			

S: Diferencia significativa para $\alpha \geq 0.05$
N.S: Diferencia no significativa

En la Tabla V puede verse esquemáticamente la significación de las distintas variables consideradas.

Tabla V. Esquema de relación entre I_i y las variables inicialmente especificadas en el modelo

Variable	Relación con I_i
– Nº de árboles de mango en la plantación	S. D.
– Edad del empresario	S. I.
– Carácter empresarial de la explotación	S. D.
– Asistencia a cursos sobre los temas relacionados con la tecnología	S. D.
– Años de dedicación a la agricultura	S. I.
– Nivel de estudios del empresario	N.S
– Realización de viajes y visitas técnicas	N.S
– Posesión de libros técnicos	N.S
– Pertenencia a una cooperativa	N.S
– Dedicación total o parcial a la agricultura	N.S
– Nivel de asunción de riesgo	N.S
– Nile de formación agraria	N.S

N.S.: No significativo
S. D.: Relación significativa Directa ($\alpha \geq 0.05$)
S. I.: Relación significativa Inversa ($\alpha \geq 0.05$)

Con el modelo Probit estimado, además de identificar los factores que influyen en la adopción, se puede calcular la probabilidad de un determinado individuo y explotación, de tener un cierto nivel de adopción. Así por ejemplo, un fruticultor de 35 años de edad dedicado a la agricultura desde hace 5 años que gestiona una plantación de tipo empresarial, con 3.000 mangos, y que suele asistir a cursos de formación agraria, tendría una probabilidad de 0.939 de ser muy in-

novador ($I_i \geq 5$). Mientras que un fruticultor de 65 años de edad que siempre ha sido agricultor, que lleva un pequeño huerto familiar de 50 árboles de mango, y que no suele asistir a actividades de formación agraria tendría las siguientes probabilidades:

- P (poco innovador) = 0.8282
- P (algo innovador) = 0.1546
- P (bastante innovador) = 0.0164
- P (muy innovador) = 0.0006

CONCLUSIONES

- La adopción de tecnologías con efectos medioambientales positivos, presenta, en el cultivo del mango en España, relación con determinadas características de la explotación y del empresario.
- Así, existe un efecto de escala en adopción, que se manifiesta para plantaciones inferiores a 1.000 árboles, desapareciendo dicho efecto en plantaciones de dimensión superior.
- Cuanto más joven es el empresario mayor índice de adopción presenta para las tecnologías estudiadas
- La asistencia a cursos sobre técnicas agrarias aumenta el índice de adopción.
- El carácter empresarial de la explotación determina asimismo mayores índices de adopción de tecnologías medioambientalmente favorables que en el caso de explotaciones de carácter familiar.
- Ni el nivel de estudios, ni las visitas de carácter técnico, ni el nivel de formación agraria reglada, ni la dedicación, parcial o total, a la agricultura, ni el nivel de asunción de riesgo, influyen en la adopción de las practicas agrarias consideradas.

Para favorecer la adopción entre los cultivadores de mango de prácticas favorables al medioambiente, la estrategia habría de pasar por el rejuvenecimiento de los fruticultores, mediante programas de jubilación anticipada e incorporación de jóvenes a la actividad, que se incorporen a explotaciones de un cierto tamaño medio, con carácter empresarial. Además, la ejecución de un programa de formación sobre el uso de las técnicas estudiadas, tendría un claro impacto en su adopción.

Actualmente se trabaja en ampliar el presente análisis al estudio de factores que determinan cada innovación considerada individualmente.

BIBLIOGRAFÍA

CALATRAVA, L.J.; SAYADI, S. (2001). Actitudes en el uso del agua en la fruticultura Tropical del sudeste español. IV Congreso de la Asociación Española de Economía Agraria (A.E.E.A) «Economía Agraria y Recursos Naturales: Nuevos Enfoques y Perspectivas». Pamplona. 19 - 21 septiembre (España).

CALATRAVA, R.J.; GONZÁLEZ, R.M.C. (1993). Las empresas productoras de frutas tropicales en el litoral mediteráneo: algunos aspectos de su estructura y problemática. Documento de trabajo nº 40, p. 45.

Estudio comparativo de las prácticas agronómicas utilizadas en la olivicultura ecológica y convencional del sur de España

CARLOS PARRA LÓPEZ, JAVIER CALATRAVA REQUENA

Departamento de Economía y Sociología Agrarias. Centro de Investigación y Formación Agrarias de Granada. Dirección General de Investigación Agraria de la Junta de Andalucía. Apdo. 2027 - 18080 Granada, España. Tel. (+) 34 958 267 311. E-mails: carparra@teleline.es y javcal@arrakis.es

RESUMEN

Las prácticas agronómicas propuestas por la agricultura ecológica surgen como una alternativa a las de la agricultura convencional con el fin de garantizar alimentos de alta calidad y de armonizar la producción agraria con el respeto al medio ambiente. La superficie dedicada al cultivo ecológico del olivo en España ha crecido rápidamente en los últimos años, incrementándose de 1.068 Ha en 1991 a 82.246 Ha en 2001.

Aunque en los últimos cinco años han aparecido muchos trabajos sobre el cultivo ecológico del olivo, aún no ha sido realizado un análisis de la utilización real de estas técnicas innovadoras en el olivar.

Precisamente, en el presente artículo se pretende comparar la implementación real de las prácticas agronómicas ecológicas frente a la de las convencionales. En base a una encuesta realizada a 322 olivareros del sur de España, la mitad de ellos ecológicos, se ha obtenido una información que permite identificar las prácticas relacionadas con la adopción o no adopción de la agricultura ecológica. Las prácticas analizadas incluyen la plantación, el manejo del suelo, el riego, la fertilización, el tratamiento de plagas y enfermedades, la recolección, el transporte y la poda.

Además, se tratará de dar algunas recomendaciones con el fin de fomentar el uso de aquellas prácticas más respetuosas con el medio ambiente y la obtención de productos agrarios de calidad asegurada para los consumidores, en las zonas estudiadas y otras similares.

INTRODUCCIÓN

En el contexto del importante crecimiento de la producción ecológica de alimentos que en los últimos diez años se está produciendo en España, destaca por su importancia el desarrollo experimentado por el olivar ecológico. En efecto, la superficie de olivar acogida a las prácticas agronómicas propuestas por la agricultura ecológica ha pasado de 1.068 hectáreas en 1991 a 82.246 en 2001, con lo que, en este último año, aproximadamente, el 17% del total de la superficie ecológica española está dedicada a la olivicultura (MAPA, 1992 a 2002).

A pesar del fuerte incremento de la producción de olivar ecológico en España, el olivar se sigue cultivando casi en su totalidad de forma convencional. Así, sólo el 3,6% de la superficie del olivar total a nivel nacional se cultiva de forma ecológica (MAPA, 1992-2002; MAPA, 2000). Este hecho es aún más significativo si nos centramos en Andalucía. En efecto, en esta comunidad, principal zona productora de olivar a nivel mundial, tan sólo el 2,4% de la superficie olivarera está acogida a las prácticas de la agricultura ecológica (MAPA, 2002; JUNTA DE ANDALUCÍA, 1999), a pesar de ser la segunda comunidad autónoma española con mayor superficie de olivar ecológico[1]. Precisamente, la gran importancia de la olivicultura en Andalucía y la aún reducida presencia, en términos relativos, de la forma de producción ecológica, la convierten en una región con un importante potencial de desarrollo de la olivicultura ecológica en los próximos años.

Este fuerte crecimiento y elevado potencial de desarrollo de la olivicultura ecológica en Andalucía y en el resto de España, unido al hecho de que, aunque en este país comienzan a ser abundantes los trabajos sobre olivar y aceite de oliva ecológicos, no tenemos constancia de ninguno que trate de evaluar las prácticas agronómicas realmente implementadas en esta forma de producción y de compararlas con las de la agricultura convencional, justifican la realización del trabajo que aquí se presenta.

OBJETIVOS

En la presente comunicación, que está basada en resultados parciales de un proyecto de investigación que en la actualidad se está desarrollando en el Departamento de Economía y Sociología Agrarias (DESA) de la Dirección General de Investigación Agraria de la Junta de Andalucía[2], se pretende identificar y analizar las *prácticas agronómicas relacionadas con la adopción o no adopción de la forma de producción ecológica en el olivar*. En este sentido, se pretende estudiar si las *prácticas agrarias realmente utilizadas por los agricultores* (relativas a plantación, manejo del suelo, riego, fertilización, tratamiento de plagas y enfermedades, recolección, transporte y poda), presentan diferencias o similitudes entre los olivicultores ecológicos y los no ecológicos.

Además, se tratará de dar algunas recomendaciones con el fin de fomentar el uso de aquellas prácticas más respetuosas con el medio ambiente y la obtención de productos agrarios de calidad asegurada para los consumidores, en las zonas estudiadas y otras similares.

METODOLOGÍA

Entre octubre de 2000 y junio de 2001 se procedió a la realización de una encuesta específica sobre difusión-adopción de innovaciones, consistente en entrevistas personales con cuestionario estructurado a olivicultores ecológicos y no ecológicos de toda Andalucía. En base al listado de olivicultores ecológicos registrados en el Comité Andaluz de Agricultura Ecológica a día 15-03-00 (CAAE, 2000) y válidos para el análisis posterior, se estratificó el sondeo *por regiones o zonas olivareras* en función del número de olivicultores ecológicos registrados en cada región y corrigiendo la estratificación en algún caso por algún interés específico por alguna de ellas[3]. Para cada región olivarera se hicieron aproximadamente el mismo número de encuestas a olivicultores ecológicos y a no ecológicos con el fin de poder comparar en cada zona las res-

puestas de ambos tipos de agricultores. Finalmente, se entrevistaron 322 olivareros, siendo 163 ecológicos y 159 no ecológicos.

El cuestionario utilizado consta de varios bloques de preguntas, estando uno de ellos referido a las prácticas agronómicas implementadas por el agricultor. Las prácticas aquí analizadas se refieren, como ya se ha indicado, a la plantación, al manejo del suelo, al riego, a la fertilización, al tratamiento de plagas y enfermedades, a la recolección, al transporte y a la poda.

Con el fin de determinar el diferente o similar grado de utilización entre ambos tipos de agricultores de las diferentes prácticas agronómicas que se irán detallando más abajo, se han realizado contrates de dependencia y relación[4] entre todas las preguntas de la encuesta y la *orientación productiva principal del olivicultor*, es decir, el hecho de que el entrevistado sea ecológico o, por el contrario, no ecológico.

RESULTADOS

A continuación se analizan los diferentes grupos de prácticas agronómicas.

a) Plantación

Las nuevas plantaciones de olivar no difieren significativamente, por el hecho de ser ecológicas o no ecológicas, en cuanto a las técnicas empleadas en su formación. Así, tanto en la agricultura ecológica como en la no ecológica, aproximadamente la mitad de las nuevas plantaciones se realiza por enraizamiento de grandes propágulos y la otra mitad con estaquillas semileñosas obtenidas bajo nebulización y procedentes de productores oficialmente autorizados. Con el fin de evitar ataques de plagas y enfermedades en etapas posteriores de su desarrollo es recomendable hacerlo por el segundo método.

Las propiedades del suelo analizadas y corregidas antes de la plantación también son las mismas en ambos tipos de agricultores. Así, el 90% del total de agricultores (agregando los ecológicos y los no ecológicos) afirma haber evaluado y corregido la profundidad útil del suelo, el 40% el pH y el 40% la salinidad. La toxicidad por boro y cloruros solamente es analizada y corregida por el 20%. Todas estas prácticas son recomendadas para aumentar la probabilidad de éxito de la nueva plantación.

Por último, se puede afirmar que en ambas formas de agricultura las nuevas plantaciones se realizan de la misma manera en cuanto a la densidad de plantación, que es mayoritariamente permanente. La densidad media de plantación en olivicultura convencional es algo mayor que en la ecológica (230 y 175 pies/ha, respectivamente).

b) Manejo del suelo

El grado de uso de algunas prácticas de manejo del suelo es significativamente diferente entre ambos tipos de agricultores mientras que el de otras es no. Así, el mantenimiento del suelo desnudo con laboreo convencional (labores continuas para dejar el suelo desnudo de malas hierbas todo el año) es, con diferencia, la técnica más extendida en ambos tipos de olivar y se usa en la misma proporción (aproximadamente un 45% de olivicultores lo utilizan).

El mantener el suelo desnudo, bien con no-laboreo (control de malas hierbas con herbicidas), con laboreo reducido mediante semilaboreo (herbicidas bajo las copas) o con laboreo reducido mediante mínimo laboreo (herbicidas en todo el terreno) es una técnica relativamente extendida entre los olivicultores convencionales. Los ecológicos no la utilizan debido a la prohibición del uso de herbicidas en la agricultura ecológica. Estas prácticas de mantenimiento del suelo desnudo son muy cuestionadas hoy en día por su contribución a la erosión y la compactación del suelo.

Por el contrario, las tendencias actuales de lucha contra la erosión recomiendan las técnicas que tratan de mantener el suelo con algún tipo de cubierta, si bien su uso no es muy frecuente. No obstante, el manejo del suelo con cobertura a base de malas hierbas, bien con siega mecánica o bien con siega por pastoreo es significativamente más frecuente entre los olivicultores ecológicos. Por el contrario, el cubrimiento del suelo con restos de poda, hojas, piedras, paja, etc., o con cereales o leguminosas es una técnica igual de poco extendida entre ambos tipos de olivareros.

Por otra parte, merece la pena subrayar que, aproximadamente un 15% de olivareros, tanto ecológicos como convencionales, sigan utilizando el arado de vertedera, y aproximadamente un 80% realice labores en primavera, siendo ambas técnicas altamente rechazables fundamentalmente por su contribución a la erosión.

Como práctica complementaria de manejo del suelo, el laboreo a nivel es con diferencia la más citada, en un porcentaje similar en ambos tipos de agricultores (en el 83% de los casos). El control de cárcavas (colocación de piedras, madera, etc.), si bien es una práctica no muy extendida, lo es significativamente más entre los olivareros ecológicos que entre los no ecológicos.

En cuanto al coste que suponen al olivarero las medidas de conservación de suelo con respecto a los costes totales de producción, la opinión más extendida y en una proporción similar entre ambos tipos de agricultores es que representan un porcentaje limitado.

Como resumen de las técnicas de manejo de suelo se puede decir que las prácticas de conservación de suelo están poco extendidas en el olivar de Andalucía, si bien su uso es significativamente más frecuente entre los olivareros ecológicos.

c) Riego

Aproximadamente, uno de cada cinco olivicultores, tanto ecológicos como no ecológicos, riega su explotación. Las prácticas de riego no son significativamente diferentes al comparar ambos tipos de agricultores. Así, tanto unos como otros, utilizan mayoritariamente el goteo (aproximadamente, el 75%). El 25% restante, al margen de que sean ecológicos o convencionales, utilizan el riego a manta, técnica reprobable si se pretende un aprovechamiento racional del agua de riego.

Además, ambos tipos de agricultores, en un porcentaje similar, riegan a calendario fijo o cuando disponen de agua (el 84% de los casos), con toda el agua disponible sin tener en cuenta la recomendación de técnicos ni realizar medidas propias a través de tensiómetros para determinar el momento de aplicación de los riegos (el 82%), y no disponen de análisis de la calidad del agua que utilizan para regar (el 85%). Todas estas prácticas, tan extendidas en el olivar de Andalucía, son rechazables por su contribución al despilfarro del agua, a la salinización y la contaminación del suelo.

d) Fertilización

La mayoría de los olivicultores, tanto ecológicos como no ecológicos y en una proporción similar, no se sirven de ningún tipo de análisis previos antes de fertilizar tales como análisis del suelo y/o foliares (concretamente, el 84% del conjunto total de olivareros), con lo cual es imposible una mínima racionalización del abonado.

Los métodos de aplicación del abono son muy parecidos en ambos tipos de olivareros. Generalmente se aplica directamente al suelo (en el 90% de los casos). No obstante, la aplicación foliar directa por pulverización y la fertirrigación (con el agua de riego), si bien son prácticas poco frecuentes, lo significativamente más entre los olivareros no ecológicos que entre los ecológicos.

En cuanto a las sustancias con las que abonan, ambos tipos de olivareros se diferencian significativamente, como era de esperar. Así, los ecológicos utilizan en una proporción significativamente mayor que los no ecológicos, alpeorujo proveniente de almazaras, estiércoles y purines de animales (de animales propios o de granjas autorizadas), restos de la cubierta vegetal si la hay y abonos orgánicos líquidos o sólidos. Por el contrario, los abonados nitrogenados, fosfóricos, potásicos, formulados con macroelementos y fórmulas completas, utilizados con profusión por los olivareros no ecológicos está prohibido en la agricultura ecológica. Además, es interesante señalar que el desconocimiento de las sustancias con que abona es significativamente mayor entre los olivicultores no ecológicos que entre los ecológicos. En definitiva, el uso de fertilizantes orgánicos es significativamente superior en detrimento de los químicos, que es nulo, entre los agricultores ecológicos, como era lógico suponer.

e) Plagas y enfermedades

Los tratamientos contra plagas y enfermedades son realizados tanto por olivareros ecológicos como por no ecológicos. Lo que varía, lógicamente, son los métodos empleados.

Cuando se les pregunta a los olivareros por el momento en que realizan el tratamiento fitosanitario, se obtiene que un porcentaje significativamente mayor de olivareros ecológicos que no ecológicos no realizan, por norma general, tratamientos fitosanitarios (en el 9% de los casos frente al 2%, respectivamente). La forma más habitual de determinar el momento del tratamiento es a calendario fijo, tanto entre agricultores no ecológicos como ecológicos, si bien es significativamente más habitual entre los primeros (en el 57% frente al 30%, respectivamente). El tratamiento a calendario fijo no tiene mucho sentido ya que supone tratar aunque realmente no sea necesario. El tratar en cuanto aparecen los primeros síntomas de infección es igual de habitual entre ambos tipos de agricultores (el 25% de los entrevistados dicen hacerlo de esta manera). Por otra parte, el asesoramiento técnico exterior es significativamente más frecuente entre los olivareros ecológicos que entre los no ecológicos (en el 35% de los casos frente al 5%, respectivamente). Por tanto, en cuanto a la determinación del momento del tratamiento los olivareros ecológicos se puede decir que son algo más racionales, si bien todavía debe avanzarse mucho en la toma de este tipo de decisiones de forma científica y racional.

Por otra parte, la inmensa mayoría de los olivareros (concretamente el 95%), tanto ecológicos como no, aplican los tratamientos fitosanitarios en toda la parcela y no sólo en el foco de infectación, no habiendo diferencias significativas entre ambos tipos de agricultores. No obstante, se-

ría preferible tratar la menor porción posible de parcela para minimizar el impacto ambiental, los problemas de residuos, los problemas de resistencia y el impacto sobre la fauna auxiliar.

La alternancia de materias primas utilizadas en los tratamientos es significativamente más frecuente entre los olivicultores no ecológicos que entre los ecológicos. Esto puede ser debido, al menos en parte, a la menor variedad de productos disponibles para los últimos.

La fijación de la dosis de fitosanitarios empleada también es significativamente diferente entre ambos tipos de olivareros. Así, si bien ambos tipos de olivareros se guían mayoritariamente por las recomendaciones de técnicos, los ecológicos lo hacen en un porcentaje significativamente mayor (el 77% de los ecológicos frente al 53% de los no ecológicos). Además, el número de olivareros ecológicos que se guían por las recomendaciones del envase en mucho menor que el de no ecológicos (el 12% frente al 39%, respectivamente). En definitiva, la dosis aplicada por los olivareros ecológicos debe estar mejor ajustada a las necesidades concretas de su explotación, mientras que los no ecológicos se basan en recomendaciones más genéricas y que, por lo general, proponen, para curarse en salud, dosis más elevadas de las realmente necesarias.

En cuanto a los métodos utilizados en el tratamiento de plagas y enfermedades las únicas diferencias significativas encontradas se refieren a los relacionados con la mosca, la polilla y las aceitunas jabonosas. Estas diferencias hacen referencia, como se verá a continuación, al mayor uso de tratamientos más respetuosos ecológicamente (fundamentalmente métodos biológicos en lugar de químicos).

En efecto, el tratamiento de mosca mediante trampeo masivo (1 trampa por árbol, con feromonas + pegamento + piretroide) y el tratamiento adulticida mediante pulverización terrestre con insecticida biológico son significativamente más frecuentes entre los olivareros ecológicos que entre los convencionales. Los tratamiento-cebo aéreos en bandas dirigidos por técnicos del Servicio de Sanidad Vegetal y el tratamiento adulticida mediante pulverización terrestre con insecticida no biológico no son utilizados por los ecológicos ya que están prohibidos los productos químicos.

El tratamiento de la polilla mediante control biológico (Bacillus thuringiensis en floración) es significativamente más frecuente entre los olivareros ecológicos mientras el tratamiento químico lo es entre los no ecológicos, ya que entre estos últimos no se hace.

El tratamiento de aceitunas jabonosas, lepra o momificado mediante fungicidas cúpricos (de cobre) es significativamente más frecuente entre los olivareros no ecológicos.

El resto de plagas y enfermedades son tratadas de forma similar por ambos tipos de olivicultores, bien porque no existen muchas alternativas mutuamente excluyentes (caso del repilo, en que ambos tipos de agricultores utilizan el cobre, y la negrilla, en que utilizan azufre), o bien porque a esta falta de exclusividad se une el hecho de que son plagas y enfermedades poco conocidas por los entrevistados (cochinilla de la tizne, verticilosis y tuberculosis).

f) Recolección

El momento de la recolección es determinado de forma similar por ambos tipos de agricultores: generalmente, a fecha fija o según el criterio subjetivo del olivicultor (en más del 60% de los olivareros). Esta práctica no es la más adecuada, siéndolo, en cambio, la recolección según el Índice de Madurez determinado con métodos científicos. Esta práctica está igual de poco extendida entre olivareros ecológicos y no ecológicos (el 37% la emplean).

También es una práctica recomendable el inicio de la recolección lo antes posible, con el fin de maximizar la calidad del aceite producido y no afectar negativamente al rendimiento de la cosecha del año siguiente. Esto es practicado por los olivareros ecológicos en un porcentaje significativamente mayor que los no ecológicos (94% frente a 84%, respectivamente).

El modo de recolección de las aceitunas del suelo se hace de forma manual en un porcentaje significativamente mayor entre los olivareros ecológicos que entre los no ecológicos, lo cual puede influir de forma positiva en la calidad del aceite producido por los primeros. La recogida de la aceituna del árbol, por el contrario, se hace de forma similar: normalmente vareo y, en menor medida, con vibradores de ramas. El ordeño y los vibradores de troncos no son muy habituales entre ambos tipos de olivicultores.

Por último, indicar que la mayoría de los olivareros, de ambos tipos, separan las aceitunas caídas al suelo de las recogidas del árbol, en un porcentaje similar (el 86%), siendo ésta una práctica fundamental para producir un aceite de calidad.

g) Transporte

En cuanto a modo de transporte desde la finca a la almazara ambos tipos de agricultores utilizan, en un porcentaje similar y de forma mayoritaria, directamente el remolque del tractor o camión (en el 61% de los casos) o sacos (en el 46%). Ambos medios no son los más adecuados. Lo mejor es utilizar cajas, cuyo uso no está muy extendido entre ninguno de los dos tipos de agricultores, si bien lo está significativamente más entre los no ecológicos que los ecológicos (en el 9.43% de los casos frente al 3.75%, respectivamente). Este aspecto debe ser mejorado por ambos tipos de olivareros y especialmente por los ecológicos.

El tiempo de transporte desde la recolección hasta la entrega en almazara de las aceitunas es similar en ambos tipos de olivareros. Interesa que este tiempo sea lo menor posible para evitar el deterioro de la aceituna.

h) Poda

Las prácticas relacionadas con la poda del olivo no difieren significativamente entre ambos tipos de olivicultores. Así, el momento de la poda no es significativamente diferente entre ambos tipos de olivicultores. Ésta se realiza generalmente en invierno o primavera (en casi el 100% de los casos), lo cual es lo adecuado para aprovechar la parada fisiológica del árbol.

La frecuencia de la poda también es similar en ambos tipos de olivareros. Generalmente se hace cada dos años (en el 45% de los casos) que es lo adecuado, teniendo en cuenta que la mayoría del olivar es de almazara.

La utilización de mastic para la cicatrización de las heridas está poco extendida entre ambos tipos de olivareros (sólo el 1,6% lo usan), si bien es una práctica recomendable, sobre todo en árboles jóvenes, para favorecer la cicatrización de las heridas y evitar la entrada de patógenos por las mismas.

Por último, señalar que dejar los restos de poda en el suelo a partir del 15 de abril no es frecuente en ambos tipos de agricultores (el 97% no los dejan), lo cual no sería conveniente. El destino de los restos de poda es normalmente la quema (en el 88% de los casos), siendo, sin embar-

go, lo más conveniente el triturarlos e incorporarlos al suelo, con el fin de contribuir a la conservación del mismo. No obstante, esta práctica es realizada por una minoría de olivicultores (concretamente, por algo más del 3%, con independencia de que sean ecológicos o convencionales).

CONCLUSIONES

Los métodos de formación de las *nuevas plantaciones* son similares en ambos tipos de agricultores (ecológicos y convencionales). En ambos casos sería aconsejable una mayor utilización de estaquillas semileñosas obtenidas bajo nebulización y procedentes de productores oficialmente autorizados, y una mayor profusión de la evaluación y corrección del pH, salinidad, boro, cloruros y exceso de sodio del suelo. La profundidad útil del suelo sí es evaluada por la mayoría de los agricultores de ambos tipos.

El *manejo del suelo* es realizado manteniéndolo desnudo con laboreo convencional por casi la mitad de los olivicultores, tanto ecológicos como convencionales, siendo ésta la práctica más extendida. La recomendación actual para combatir los problemas de erosión, compactación del suelo y elevado consumo energético es dejar el suelo cubierto el mayor tiempo posible, por lo que en ambos casos sería aconsejable una regulación más estricta de estas prácticas. No obstante, aunque está mayoritariamente extendido, el mantenimiento de una cobertura vegetal (fundamentalmente malas hierbas) es significativamente más frecuente en los olivicultores ecológicos que en el resto.

La realización de *labores en primavera* es una práctica muy extendida en ambos tipos de olivicultores por igual, siendo recomendable su no realización en zonas con problemas de erosión. El uso del *arado de vertedera* si bien es minoritario en ambos casos, debería ser totalmente erradicado. Como medidas complementarias de *control de la erosión* tan sólo el laboreo a nivel está mayoritariamente extendido entre ambos tipos de olivareros.

Las técnicas de *riego* no difieren entre ambos tipos de olivareros. Con la excepción del uso del goteo que es mayoritario, el resto de prácticas son poco racionales desde un punto de vista medio ambiental. Así, una cuarta parte de los olivicultores que riegan lo hacen a manta. Además, lo hacen de forma mayoritaria a calendario fijo, con toda el agua de que disponen sin evaluar las necesidades reales del cultivo y sin un análisis de la calidad del agua empleada.

En cuanto a la *fertilización*, la mayoría de los olivicultores, de los dos tipos, no utilizan ningún tipo de análisis ni del suelo ni foliar antes de hacerla. La difusión de este tipo de análisis se debería potenciar. Las sustancias con las que abonan sí son muy diferentes entre ambos tipos de olivareros, como era de esperar, siendo mucho más frecuentes los abonos orgánicos entre los ecológicos. Los abonos químicos están prohibidos en la agricultura ecológica.

En el tratamiento de *plagas y enfermedades*, en cuanto a la determinación del momento del tratamiento, los olivareros ecológicos son algo más racionales, ya que no tratan a calendario fijo y tratan con asesoramiento exterior, en mayor proporción que los convencionales. Además, en la fijación de la dosis, los ecológicos se guían en una mayor proporción por los técnicos y menos por las recomendaciones del envase. No obstante, debe avanzarse mucho en esta materia en ambos tipos de agricultura, ya que el tratamiento a calendario fijo es todavía lo más frecuente, y en la aplicación de los tratamientos exclusivamente en el foco de infectación y no en toda la parcela.

En los *métodos de tratamiento* de plagas y enfermedades las diferencias significativas encontradas entre ambos tipos de olivareros se refieren a los relacionados con la mosca, la polilla y las

aceitunas jabonosas. Estas diferencias se refieren al mayor uso de tratamientos más respetuosos ecológicamente (fundamentalmente métodos biológicos frente a químicos). El resto de plagas y enfermedades son tratadas de forma similar por ambos tipos de olivicultores.

En cuanto a la *recolección*, el momento de su realización es mayoritariamente a calendario fijo. Sería recomendable fomentar el empleo del índice de madurez. La recolección sí se hace de forma mayoritaria lo antes posible, especialmente entre los olivareros ecológicos, lo cual contribuye a una mejor calidad del aceite. La recogida de la aceituna del suelo se hace mayoritariamente a mano, especialmente entre los olivareros ecológicos, y la del árbol con vareo y vibradores de ramas. La separación de las aceitunas del suelo de las del vuelo se realiza mayoritariamente en ambos tipos de olivar, lo cual está en consonancia con las prácticas recomendadas para obtener un aceite de calidad.

En el *transporte* de las aceitunas desde la finca a la almazara debe fomentarse, para obtener un aceite de calidad, el empleo de cajas, y reducir el empleo, hoy en día mayoritario, de su transporte directo en el remolque del tractor y los sacos.

Las técnicas de *poda* son similares entre ambos tipos de olivareros, siendo, por lo general, bastante aceptables, ya que la mayoría la realizan el la época y con la frecuencia correcta y no dejan restos de poda en el suelo a partir del 15 de abril. Sin embargo, convendría potenciar la utilización de mastic para la cicatrización de las heridas y triturar e incorporar los restos de poda en lugar de quemarlos como es lo más frecuente en ambos tipos de olivicultores.

En resumen, se puede decir que la olivicultura ecológica es, para prácticamente todas las prácticas agronómicas analizadas, igual o más respetuosa con el medio ambiente que la convencional. No obstante, la mayoría de las técnicas se pueden mejorar en ambas formas de cultivo, con la excepción de la utilización del laboreo a nivel, del riego por goteo, de la recolección temprana, de la separación de las aceitunas del suelo de las del vuelo, del momento y frecuencia de la poda y de la eliminación de los restos de poda del suelo a partir del 15 de abril, que se pueden considerar están suficientemente extendidas en entre ambos tipos de olivareros.

BIBLIOGRAFÍA

CAAE (2000). «Datos de los olivicultores ecológicos en Andalucía a 15-3-00». Documento interno del CAAE. Mimeo.

MAPA (1992-2002). «Estadísticas 1991 (a 2001). Agricultura Ecológica. España». MAPA. Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección General de Alimentación. Subdirección General de Denominaciones de Calidad y Relaciones Interprofesionales y Contractuales. Madrid.

MAPA (2000). «Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español 2000». 5ª edición, revisada y actualizada. Secretaría General Técnica. Disponible en: http://www.mapya.es (Web del MAPA).

PARRA LÓPEZ, C. (2002). «Sistemas de producción agraria ecológica, integrada y convencional: Estudio de difusión de innovaciones y evaluación multifuncional en Andalucía». Tesis Doctoral (en realización). Universidad de Córdoba.

NOTAS

1 El olivar ecológico español se concentra fundamentalmente en dos comunidades: en Extremadura, con el 52.82% de la superficie de olivar ecológico de España, y en Andalucía, con el 38.73% (MAPA, 2002).

2 Proyecto de Investigación del Programa de Concertación para la Realización de Actividades y Desarrollo en el Campo de las Ciencias Agrarias y Alimentarias de la Consejería de Agricultura y Pesca C-99-102 titulado «Análisis económico y medioambiental de las formas de cultivo ecológico, integrado y convencional, en producciones agrarias andaluzas (olivar)». Los resultados completos del análisis de la encuesta están recogidos en: PARRA LÓPEZ, C. (2002).

[3] Así, por ejemplo, se tenía especial interés en estudiar la región de Sierra Génave, como región pionera en la olivicultura ecológica en Andalucía, por lo que se previeron algunas encuestas más de las que por su número de olivicultores le hubieran correspondido.

[4] Tests chi-cuadrado para tablas de contingencia y tests t de Student, utilizando, básicamente, el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows. El nivel límite de significación se ha considerado en todos los casos para >0.05.

Estudio comparativo de la producción ecológica y convencional de aceite de oliva en la comarca de Sierra Mágina (Jaén)

ANTONIO M. ALONSO, GLORIA I. GUZMÁN, C. SERRANO

Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (Universidad de Córdoba). Avda. Menéndez Pidal, s/n. Córdoba, 14.004. Tfno: 957-218541; fax: 957-218563; e-mail: ec1almia@uco.es

RESUMEN

La agricultura y ganadería ecológicas tienen cada vez mayor importancia dentro del sector agrario, no sólo en España, sino también en otras zonas del mundo.

Los objetivos generales del presente trabajo son la caracterización de las técnicas de manejo ecológicas y convencionales del olivar, y el análisis económico y productivo de ambos tipos de manejo en la comarca de Sierra Mágina (Jaén), con el objetivo último de facilitar la toma de decisiones a los operadores (agricultores, técnicos) que trabajan en este sector.

Los resultados económicos muestran que tanto el olivar ecológico de secano como el de regadío presentan un balance económico mayor que el olivar convencional. El acceso a un precio diferencial por un producto de calidad como es el aceite de oliva ecológico y a la subvención específica de este tipo de manejo contribuyen a ello.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La agricultura y ganadería ecológicas tienen cada vez mayor importancia dentro del sector agrario, no sólo en España, sino también en otras zonas del mundo. El olivar no es una excepción; por el contrario, es una de las orientaciones productivas más representativas dentro del sector ecológico estatal. El estudio que aquí se realiza tiene al olivar ecológico de la comarca de Sierra Mágina (Jaén) como protagonista.

Esta comarca tiene una superficie es de 1.543,77 Km^2, lo que supone el 11,43% del total de la provincia, en cuyo interior se ubica el Parque Natural de Sierra Mágina, de gran valor ecológico, siendo el octavo Parque Natural más pequeño de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Ocupa una superficie de 19.900 hectáreas. En la actualidad, el cultivo del olivo es el principal aprovechamiento de esta zona, cuya producción de aceitunas se destina a la obtención de aceite. La variedad que predomina casi exclusivamente en toda la zona es Picual. La superficie ocupada por el olivar de regadío alcanza las 11.000 hectáreas en 1999, mientras que la ocupada por olivar de secano es de algo más de 31.000 hectáreas.

Los objetivos generales del presente trabajo[1] son la caracterización de las técnicas de manejo ecológicas y convencionales del olivar, y el análisis económico y productivo de ambos tipos de manejo en esta zona, con el objetivo último de facilitar la toma de decisiones a los operadores (agricultores, técnicos) que trabajan en este sector.

METODOLOGÍA

Se han realizado entrevistas semiestructuradas (GARCÍA, 1992). El procedimiento para obtener la información de las unidades poblacionales fue la realización de entrevistas directas hechas al agricultor, cuyo requisito indispensable era que trabajara el olivar, aunque no fuese el titular de la explotación, ya que nuestro interés era obtener información sobre el manejo de este cultivo.

Previa a la redacción de la entrevista, la búsqueda de información se hizo básicamente a través de revisión bibliográfica (BARRANCO y col., 2001; GUERRERO, 1991; PASTOR y HUMANES, 1998; PASTOR y col., 1999). Se elaboraron dos modelos de entrevistas en función del estilo de agricultura realizada que fueron probadas en campo antes de su empleo definitivo.

El olivar presente en esta comarca jiennense se maneja ecológica, integrada y convencionalmente. El olivar ecológico de esta comarca se encuentra localizado principalmente en el municipio de Cambil, aunque existen también explotaciones en los municipios de Huelma, La Guardia y Bélmez de la Moraleda; el integrado en Mancha Real, Bedmar y Bélmez de la Moraleda; y el manejo convencional está extendido por toda la comarca. Con respecto a éste último es necesario destacar que, en la mayoría de las ocasiones, existe un manejo integrado de plagas y enfermedades, siendo por tanto la comparación del presente estudio entre éste (que podríamos denominar convencional-integrado) y el manejo ecológico, tanto en secano como en regadío, dado que en esta zona la estructura de la explotación aparece dividida en parcelas con y sin riego.

La muestra tomada con manejo ecológico (aunque todavía se encontraban en conversión) se hizo en función de las personas dadas de alta en el CAAE (42 olivareros ecológicos), que se calculó un mínimo de 30 entrevistas para un nivel de confianza del 95,5%. Se realizaron 31, todas ellas en las instalaciones de la S.C.A. El Trujal de Sierra Mágina (Cambil). Por otro lado, se realizaron 30 entrevistas a olivareros convencionales, condicionadas a aquellos que tuvieran sus explotaciones lindando o muy cerca de las de los ecológicos y que tuvieran una estructura productiva (tamaño, edad y marco de plantación y tenencia de riego) similar, para incrementar la comparación analítica entre las dos orientaciones. Todas ellas se realizaron entre noviembre de 2001 y febrero de 2002.

La información referente a la producción y liquidación económica fue facilitada por los propios agricultores en el caso del olivar convencional; los datos del olivar ecológico nos fueron facilitados por la cooperativa anteriormente citada. En el caso del olivar ecológico estaba disponible información sobre la producción de las dos últimas campañas (2000/2001 y 2001/2002), ya que el primer año de producción la almazara abrió sus instalaciones por primera vez a mitad de campaña y los datos resultaban incompletos. Los datos de la venta y costes del procesamiento de la aceituna sólo son los de la campaña 2000/2001, ya que la de esta última campaña aún no ha sido vendida. En el caso del olivar convencional, se han conseguido datos de producción de las campañas, 1999/2000, 2000/2001 y 2001/2002.

El beneficio económico resultante se ha determinado hallando la diferencia entre los costes[2] y los ingresos. Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por di-

versos autores (GIL y col., 1992; LORING, 1989; GUERRERO, 1997; ASAE, 1995; ALONSO y SERRANO, 1992) referentes a la maquinaria, mano de obra, fertilización y tratamientos fitosanitarios, y otros (pago al Comité Andaluz de Agricultura Ecológica). Los ingresos son los debidos a la venta de la producción y a las subvenciones (a la producción de aceite de oliva, a la agricultura ecológica y al tratamiento integrado de plagas y enfermedades).

RESULTADOS DE LA COMARCA DE SIERRA MÁGINA

Técnicas de cultivo

En este apartado se describirán las técnicas de cultivo del olivar convencional y ecológico, matizando las peculiaridades de cada uno de ellos.

Laboreo

El laboreo destinado a la eliminación de la hierba adventicia es muy similar en ambos casos, realizándose con un pase de cultivador sobre marzo, que se complementa con una cava de pies. Durante el verano, si ha nacido algo de hierba, sobre todo en las zonas de regadío, se pasa la rastra.

La preparación de los ruedos se hace bien con un rodillo, bien a mano con una rastrilla. Tan sólo el 32% de los ecológicos la lleva a cabo, de los cuales un 6% lo hace con rodillo y el 26% restante a mano. En el caso de los convencionales se realiza en un 63% a mano con una rastrilla y en un 27% con rodillo. El 10% restante elimina las hierbas del ruedo con herbicidas. En rara ocasión no se prepara el ruedo.

La desbrozadora de hilo es un elemento que juega un papel importante en el desyerbe del olivar ecológico, sobre todo en explotaciones de agricultores que no poseen tractor. El 45% de los casos la utilizan. Por otro lado, un 13% de los agricultores ecológicos (ningún convencional) introducen ganado en sus parcelas, aspecto que comentaremos más adelante.

Es necesario destacar que, al contrario de lo que ocurre en las explotaciones convencionales, en las plantaciones ecológicas existe la tendencia de dejar que la hierba espontánea crezca durante el invierno, aspecto más marcado en aquellas parcelas en las que no se prepara el ruedo. Así, en las explotaciones convencionales es común (87% de los entrevistados) realizar tratamientos herbicidas que dejan el terreno sin hierbas durante la mayor parte del ciclo productivo.

Tratamientos foliares de fertilizantes y productos fitosanitarios

Las aplicaciones foliares de fertilizantes y productos fitosanitarios se realizan fundamentalmente en dos épocas del año: en marzo y en octubre; y suelen ir juntos ambos tipos de productos, sobre todo los fertilizantes con derivados del cobre (autorizados en el caso de los ecológicos) para el control de repilo (*Spilocaea oleagina*).

El trampeo con botellas para el control de la mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) es característico, aunque no totalmente extendido, del olivar ecológico, colocando una botella por cada 3-4 olivos en la cual se incorpora fosfato biamónico como atrayente. En este olivar el Prays (*Prays*

oleae) o polilla del olivo apenas ha sido un problema en los últimos años, aunque se da algún caso de aplicación de *Bacillus thuringiensis* en su fase antófaga. En el caso del olivar convencional se aplican diversos productos químicos para el control de estas plagas.

Fertilización al suelo

El aporte de materia orgánica al suelo es característico de los agricultores ecológicos y suele realizarse cada dos años en otoño, antes de las primeras lluvias, aunque también se da algún caso de hacerlo en primavera. El aporte principal es de estiércol compostado (un 87 % de los entrevistados) y de productos orgánicos procedentes de casas comerciales (un 48%). Hay quien echa de las dos cosas, como reflejan los porcentajes anteriores. El estiércol puede ser de ovino, caprino, vacuno o avícola, e incluso mezcla entre ellos, según la disponibilidad de los mismos en cada época del año. La adquisición del estiércol suele ser del exterior de la explotación y del municipio, ya que no es una zona ganadera en la actualidad. Sin embargo, encontramos que en un 13 % de los casos, se mete ganado en el olivar, contribuyendo a la siega a diente de la hierba adventicia. Esta introducción de ganado en la zona no suele ser permanente, sino itinerante, y la suelen hacer los propietarios del olivar que cuentan con ganado propio o aquellos cuyos linderos de las parcelas tienen ganado, principalmente ovino y caprino, y se lo ceden como un intercambio de favores (alimento para el ganado y zonas donde pastar a cambio de la siega). Encontramos agricultores que han venido haciendo esta práctica desde antaño, por propia convicción, y otros a partir de entrar en el manejo ecológico.

En el caso del olivar convencional, la principal fuente de fertilización en la mayoría de los casos procede de materias industriales (complejo 15:15:15, sulfato amónico…). En alguna ocasión encontramos que se aplica estiércol de pollo o de oveja, haciéndolo en su mayoría cada dos años. Por otro lado, los olivos manejados con riego, reciben una aportaciones por fertirrigación a lo largo de los meses de riego.

Desvareto

El desvareto es similar en ambos casos y consiste en quitar las varas (conocidas en la zona como mamones o chupones) que nacen de la peana del olivo. Esta práctica se realiza a lo largo de septiembre de forma manual, casi siempre mano de obra familiar. Las varetas secas se queman a partir de la recolección en montones, aunque en las parcelas ecológicas donde se introduce ganado, las varas son aprovechadas por los animales. También existe la costumbre de, a la vez que se va realizando el desvareto, hacer una «limpia» (aclareo ligero) en la parte aérea del olivo.

Poda

La poda o corta, se suele hacer en ambos manejos después de la recolección (alrededor de marzo) y, generalmente, es bienal o trienal, aunque nos encontramos con casos que la hacen anualmente pero ligera, frente a otros que la hacen cada tres o cuatro años y más severa. Las ramas gruesas resultantes se utilizan como leña para el fuego del hogar; el resto se quema en cam-

po. La mano de obra suele ser familiar, y se practica lo que se conoce en la zona como «aparceo», consistente en el intercambio de jornales entre agricultores. Si al final de las tareas manejadas con aparceo resulta que en las tierras de uno de los agricultores se han consumido más jornales que en las del compañero, deberá pagárselos.

Riego

Existen varios sistemas de riego (microaspersión y goteros, principalmente). En este trabajo se han utilizado los datos de este último a través de la Comunidad de Regantes «La Presa de la Luz» de Cambil. Es una red común para parcelas ecológicas y convencionales, y cuenta con fertirrigación. Los productos aplicados a través del riego no son orgánicos, por lo que cuando se van a introducir desde la caseta de bombeo, los agricultores ecológicos tienen que cortar el riego. Este riego está en funcionamiento desde el año 1996, y en la actualidad riega a casi 340 hectáreas de olivar ecológico y convencional. Cada olivo cuenta de media con tres goteros autocompensantes con un caudal de 4 litros por hora, que hacen un total de 12 litros por hora y olivo. Las parcelas que cuentan con este riego, riegan en general a partir del mes de marzo hasta primeros de noviembre: un riego semanal de 30 horas por riego.

Recolección

Comienza a finales de noviembre, cuando la aceituna aún está ligeramente verde, sobre todo en el caso del olivar ecológico con el fin de que la aceituna no caiga al suelo (no se permite que ésta se molture como ecológica) y así conseguir una mayor calidad. Se realiza mediante «vareo» manual y vibrador de ramas, principalmente; este último sistema se utiliza en un 35% de las explotaciones ecológicas y en un 76,1% de las convencionales.

Resultados económicos

Los resultados medios obtenidos de producción y superficie del olivar ecológico y convencional manejado bajo régimen de secano y regadío, respectivamente, se exponen en las Tablas I y II.

Tabla I. Datos medios de producción y superficie del olivar ecológico y convencional de secano

MANEJO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DE SECANO			
OLIVAR ECOLÓGICO		**OLIVAR CONVENCIONAL**	
Producción (kg/ha)	Superficie (ha/explotación)	Producción (kg/ha)	Superficie (ha/explotación)
2.315	2,33	2.420	2,49

Tras los cálculos realizados a través del programa Statistix for Windows 1.0, no se han encontrado diferencias significativas para un nivel de significancia de 0,05 entre manejos en lo que

a producción física se refiere. Se hace necesario recordar que el olivar ecológico se encuentra aún en conversión, con lo cual, si hubiese algún descenso de rendimientos, aún no se ha reflejado. En el olivar ecológico se ha obtenido un rendimiento graso medio del 21,7% en aceite, muy similares a los rendimientos medios grasos aportados por las cooperativas San Isidro y Nuestro Señor del Mármol para el olivar convencional de la zona (Cambil).

Tabla II. Datos medios de producción y superficie del olivar ecológico y convencional de regadío

MANEJO ECOLÓGICO Y CONVENCIONAL DE REGADÍO			
OLIVAR ECOLÓGICO		OLIVAR CONVENCIONAL	
Producción (kg/ha)	Superficie (ha/explotación)	Producción (kg/ha)	Superficie (ha/explotación)
3648	3,36	3709,1	3,42

En cuanto a la superficie media se puede observar que son muy similares en ambos casos. Sin embargo, es necesario apuntar que los datos obtenidos se corresponden al tamaño medio en función de la existencia o no de riego en las parcelas, y no al tamaño medio de las fincas; este es la resultante de sumar la superficie correspondiente al mismo manejo de ambas tablas, esto es, 5,69 y 5,93 ha/explotación de olivar ecológico y convencional, respectivamente.

En la Tabla III se reflejan los costes medios del olivar ecológico y convencional de secano. En ella se puede ver que el coste de manejo de una hectárea de olivar ecológico es mayor que el del convencional (1.217 € del ecológico frente a 1.055 € del convencional. Esto es principalmente debido al mayor coste que supone el abonado al suelo (103 € de diferencia), que también se refleja en los porcentajes que representa esta labor con respecto a los costes totales (21,6% y 15,2% del ecológico y convencional, respectivamente). En el cultivo ecológico se ha recurrido a una sustitución de fertilizantes convencionales por fertilizantes ecológicos permitidos (estiércol compostado y otros productos comerciales) que, si bien tienen la virtud de adicionar materia orgánica al suelo mejorando sus propiedades intrínsecas (estructura, porosidad, CIC…), su aporte es caro, tanto por el precio de la materia prima como por su forma de aplicación (manual en la mayoría de los casos). Otro aspecto que en menor medida contribuye al establecimiento de diferencias en los costes de producción a favor del cultivo convencional es el pago del olivicultor ecológico al organismo de control (en este caso al Comité Andaluz de Agricultura Ecológica); los 38,7 €/ha de media representan el 3,2% de los costes totales.

Aunque pudiera parecer que existen diferencias en otros conceptos recogidos en la Tabla III, es necesario realizar algunas puntualizaciones. Por un lado, tenemos que los tratamientos foliares (de fertilizantes y productos fitosanitarios) están relacionados con el trampeo en el caso del olivar ecológico. Así, si sumamos ambos conceptos nos encontramos con un coste similar al olivar convencional (221 €/ha del ecológico frente a 215 €/ha del convencional). Algo parecido en sentido inverso ocurre en el caso del laboreo. En efecto, la función principal del laboreo es el control de las hierbas, por lo que si sumamos el valor de este concepto a los tratamientos herbicidas en el olivar convencional, nos encontramos con un valor resultante similar al ecológico (215 €/ha frente a 217,8 €/ha, respectivamente), aunque el empleo de maquinaria para esta labor es mayor en el olivar ecológico con respecto al mayor uso de herbicidas en el caso convencional. Es de destacar que este coste podría haber sido mayor en el manejo ecológico si algunos olivareros no hubiesen introducido ganado en su explotación.

Tabla III. Costes medios ecológicos y convencionales de secano

	Ecológico		Convencional	
	(€/ha)	(%)	(€/ha)	(%)
Tratamientos foliares	193,4	15,9	215,5	20,4
Desvareto	40,1	3,3	42,3	4,0
Poda	111,8	9,2	102,9	9,7
Recolección	324,3	26,6	319,4	30,3
Laboreo	217,8	17,9	139,8	13,2
Abonado de suelo	263,0	21,6	160,5	15,2
Tratamientos herbicidas	0	0	75,2	7,1
Trampeo	28,0	2,3	0	0
Pago CAAE	38,7	3,2	0	0
TOTAL	1.217,1	100	1.055,6	100

Los costes de desvareto y poda son parecidos en ambos casos, suponiendo juntos alrededor del 12% de los costes totales.

La recolección es la labor que mayor gasto requiere, siendo necesaria gran cantidad de mano de obra para realizarla. En términos absolutos su valor es muy parecido en ambos sistemas, representando entre el 26% y el 30% de los costes totales del olivar ecológico y convencional, respectivamente.

En el olivar de regadío los costes del ecológico y convencional son similares (Tabla IV) en ambos tipos de manejo, y superiores a los del olivar de secano, lo que muestra el mayor grado de intensificación productiva.

Tabla IV. Costes medios ecológicos y convencionales de regadío

	Ecológico		Convencional	
	(€/ha)	(%)	(€/ha)	(%)
Tratamientos foliares	163,6	9,8	243,2	14,5
Desvareto	43,7	2,6	49,4	2,9
Poda	144,9	8,7	136,0	8,1
Recolección	467,1	28,0	457,7	27,3
Riego	277,2	16,6	355,9	21,3
Laboreo	238,7	14,3	154,2	9,2
Abonado de suelo	276,4	16,6	206,7	12,3
Tratamientos herbicidas	0,0	0,0	71,5	4,3
Trampeo	28,0	1,7	0,0	0
Pago CAAE	26,8	1,6	0,0	0
TOTAL	1.666,5	100	1.674,7	100

Al igual que ocurría con el olivar de secano, la recolección es la responsable de la parte más importante de los costes (alrededor del 27% de los costes totales en ambos sistemas). En el caso del olivar ecológico el riego y el abonado le siguen en importancia con unos costes similares que rondan los 277 €/ha cada concepto, lo que representa el 16,6% del total.

En el olivar convencional el coste del riego es más elevado (casi 356 €/ha) debido a que se aprovecha para la aplicación de abonos solubles. Por el contrario, el abonado al suelo presenta costes menores (206,7 €/ha) que el ecológico, por las razones apuntadas para el olivar de secano. De hecho, el tercer lugar en importancia económica lo ocupan los tratamientos foliares, cuyos 243,2 €/ha suponen el 14,5% de los costes totales. Esta labor supera con creces los 191,6 €/ha resultantes de sumar en el ecológico los tratamientos foliares con el trampeo, lo que, junto a la fertirrigación, nos muestra una diferencia de intensificación productiva del olivar convencional de regadío mayor que en el olivar de secano.

El laboreo, unido a los tratamientos herbicidas en el caso del olivar convencional, es similar en ambos manejos (238,7 €/ha en ecológico frente a 235,7 €/ha en convencional), siendo igualmente válido el comentario realizado en el olivar de secano.

Evidentemente, el pago al CAAE sigue siendo un concepto exclusivo del olivar ecológico, aunque en este caso su importancia económica relativa es menor (un 1,6% del total de los costes) que en el olivar de secano. Los costes de poda y desvareto son similares en ambos sistemas, representando juntos alrededor del 11% del total.

Para el cálculo de los ingresos por producción se ha utilizado el precio del kilogramo de aceituna en la campaña 2000/2001, dado que ha sido sólo de esta campaña que hemos podido obtener datos de los olivareros convencionales. Esta cifra supuso 0,38 €/kg (63,8 pts/kg) de aceituna ecológica y 0,37 €/kg (62 pts/kg) la convencional. Sin embargo, hasta la campaña 2001/2002 la cooperativa el Trujal no puede vender el aceite como ecológico, y que aún así tiene que hacerlo con la etiqueta indicativa de que está en proceso de transición a este tipo de manejo (lo que significa un precio-premio menor que el de completamente ecológico). Por ello, y con el fin de medir el potencial real de la producción de aceite ecológica, hemos supuesto un precio de venta teórico de 0,43 €/kg (71,55 pts/kg), tomando como referencia el obtenido por los olivareros de la SCA Olivarera de Los Pedroches (CABALLERO, 2002). Con estos datos y los ingresos derivados de las subvenciones se han elaborado las Tablas V y VI, relativas al olivar de secano y regadío, respectivamente.

Tabla V. Ingresos del olivar de secano

Conceptos	**Ecológico**		**Convencional**	
	(€/ha)	(%)	(€/ha)	(%)
Venta aceite	996	54,3	903	56,1
Subvención Producción	664	36,2	694	43,2
Subvención Ecológico	162	8,8	–	–
Subvención Tratamientos	12	0,7	12	0,7
Total	**1.834**	**100**	1.609	**100**

Podemos observar que el ingreso directo es mayor en los agricultores ecológicos, a pesar de tener rendimientos ligeramente inferiores a convencionales, suponiendo el 54,35 y el 56,1% del ingreso total, respectivamente.

Los ingresos por la subvención a la producción de aceite (1,32 e por Kg de aceite producido de media), son algo mayores en el caso de la producción convencional, estando su importancia económica relativa por encima del 43%.

En el olivar ecológico, su subvención específica (162,27 e/ha de media) representa el 8,8% de los ingresos; mientras que la subvención por control biológico o integrado (12 e/ha) de plagas no llega al 1% en ambos tipos de manejo.

El resultado es que en secano el olivar ecológico permite obtener unos ingresos extra de 225 e/ha con respecto al convencional.

En el olivar de regadío esta situación es similar (Tabla VI), aunque en este caso, la diferencia en los ingresos por venta de aceite es mayor a favor del olivar ecológico debido al precio-premio, llegándose a obtener un ingreso extra total de 330 e/ha con respecto al convencional.

Tabla VI. Ingresos del olivar de regadío

Conceptos	**Ecológico**		**Convencional**	
	(e/ha)	(%)	(e/ha)	(%)
Venta aceite	1.569	56,2	1.383	56,2
Subvención Producción	1.047	37,5	1.064	43,3
Subvención Ecológico	162	5,8	–	–
Subvención Trampas	12	0,4	12	0,5
Total	**2.790**	**100**	**2.460**	**100**

El balance económico resultante se ilustra en la Tabla VII. En ésta podemos observar que a pesar de tener mayores costes en esta etapa de transición el olivar ecológico de secano, debido a razones anteriormente apuntadas, el acceso a un precio diferencial por un producto de calidad como es el aceite de oliva ecológico y a la subvención específica de este tipo de manejo contribuyen a obtener mejores resultados económicos que el olivar convencional. Estos resultados son mejores en el caso del olivar ecológico de regadío debido a que, entre otras razones, los costes de producción son más similares con el convencional, fruto, como comentamos anteriormente, de una mayor intensificación productiva de este último.

Tabla VII. Balance económico del olivar ecológico y convencional de secano y regadío (e/ha)

	SECANO			**REGADÍO**		
	Ingresos	**Costes**	**Balance**	**Ingresos**	**Costes**	**Balance**
Ecológico	1.834	1.217	617	2.790	1.667	1.123
Convencional	1.609	1.056	553	2.460	1.675	785
Diferencia E-C	225	161	63	330	-8	338

En cualquier caso, estos resultados no son estáticos, muy al contrario, ambos sistemas de manejo, principalmente el ecológico, se encuentran en proceso de reajuste. El paso del actual control integrado de plagas y enfermedades en el caso de lo que se ha venido denominando olivar convencional está caminando hacia un sistema más amplio de producción integrada, con un control de otras prácticas agrarias (principalmente el manejo del suelo). El acceso a subvenciones que cubran parte o todo el asesoramiento técnico sobre estas prácticas y la capacidad de transmitir, convencer y controlar a los olivareros para que se realicen adecuadamente, en cuyo caso podrían suponer una reducción de los costes de producción, son probablemente los principales retos a los que se enfrenta este tipo de manejo.

En el caso del olivar ecológico la estrategia de reducción de costes (ALONSO y col., 2001) mediante un manejo más agroecológico (ALTIERI, 1987; GLIESSMANN, 1989; GUZMÁN y col., 2000) es una constante desde los inicios de la transición. La implantación casi total del trampeo con botellas, técnica adaptada de la SCA Olivarera de los Pedroches, ha sido el inicio. El compostaje de residuos de la cosecha del olivar (alperujo, hojín…), la compra conjunta de maquinaria adecuada para esparcir materia orgánica sólida y el mantenimiento de una cubierta vegetal (leguminosas, gramíneas, crucíferas, flora arvense…) durante el período de no competencia con el olivo para su incorporación como abono verde, son algunas de las acciones que se están planteando los olivareros ecológicos (algunos ya están llevando a cabo algunas de ellas) para reducir sus costes de producción. De extenderse su uso, se estaría logrando reducir aún más las externalidades negativas sobre los recursos naturales, principalmente el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE) (1995). *Agricultural Engineering Yearbook.* ASAE.

ALONSO, A.M.; SEVILLA, E.; JIMÉNEZ, M.; GUZMÁN, G.I. (2001). Rural Development and Ecological Management of Endogenous Resources: The case of Mountain Olive Groves in Los Pedroches *comarca* (Spain). En *Journal of Environmental Policy & Planning*, pp. 163-175.

ALONSO, S.; SERRANO, A. (1992). *Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

ALTIERI, M.A. (1987). *Agroecology: the Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Westview Press. Boulder, Colorado.

BARRANCO D.; F. FERNÁNDEZ-ESCOBAR; L. RALLO (2001). *El cultivo del olivo.* Junta de Andalucía-Mundi-Prensa. Madrid.

CABALLERO, J.A. (2002). Técnico asesor de la SCA Olivarera de los Pedroches. Comunicación personal.

GARCÍA, M. (1992). «La Encuesta». En García, M., Ibáñez, J., Alvira, F. (Comps.). *El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación*. Alianza Universal Textos. Madrid, pp. 141-170.

GIL, J.A. (coord.) (1992). *Conferencias. Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba.* Universidad de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Educación O.T.R.I.

GLIESSMAN, S.R. (Ed.) (1989). *Agroecology. Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag. New York.

GUERRERO, A. (1991). *Nueva Olivicultura.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

GUZMÁN, G.I.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA, E. (Eds.) (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.

LORING (1989). *Costes agrarios en la provincia de Sevilla*. Caja provincial de Ahorros San Fernando de Sevilla. Sevilla.

PASTOR, M.; J. HUMANES (1998). *Diseño y manejo de plantaciones de olivar.* Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía. Monografías 22/98.

PASTOR, M.; J. CASTRO; M. SAAVEDRA; Mª D. HUMANES; M. PAJARÓN; M. CIVANTOS; M. ALVARADO; J. I. CABALLERO (1999). *Cultivo del olivar en zonas de protección ambiental.* Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía. Informaciones técnicas 65/99.

NOTAS

1 Algunos de los datos presentados han sido obtenidos a través del proyecto I+D (CAO.D 0.1.4) financiado por la Junta de Andalucía y encargado al ISEC por la Federación Andaluza de Empresas Cooperativas Agrarias

2 No se han tenido en cuenta los de amortización de los edificios, ni los impuestos, ni el interés sobre el capital circulante, al ser nuestro principal objetivo la comparación relativa entre diferentes manejos del olivar.

Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada)

GLORIA I. GUZMÁN CASADO, CELIA SERRANO AMADOR Y ANTONIO M. ALONSO MIELGO[1]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (Universidad de Córdoba). Avda. Menéndez Pidal, s/n. Córdoba, 14.004. Tfno: 957-218541; fax: 957-218563; e-mail: ec1segue@uco.es

RESUMEN

El olivar es un cultivo mediterráneo que está experimentado en los últimos años transformaciones importantes para adaptarse a un nuevo contexto, en el que la incertidumbre debida a la reforma de la OCM del aceite de oliva (CCE, 1997) es un elemento fundamental. La prevista reducción de los ingresos, vía subsidio a la producción, el leve incremento del consumo mundial de aceite de oliva, y el aumento constante del precio de la mano de obra, son las principales razones para que los olivareros busquen la viabilidad de sus predios a través de dos estrategias: la obtención de una mayor cantidad, intensificando la producción, y la presentación en el mercado de productos de calidad certificada. Esta última se materializa actualmente en dos opciones: la producción ecológica, con un sobreprecio importante, y la producción integrada. Actualmente, la totalidad del olivar en el municipio granadino de Deifontes se acoge a estos dos avales de calidad. Se trata en ambos casos de olivar de riego, en laderas de pendiente media y con distribución de la propiedad en pequeñas explotaciones, separadas en varias parcelas.

El presente artículo recoge el estudio realizado en el olivar del citado municipio, comparando la productividad de los dos manejos que hoy conviven: el integrado y el ecológico. El análisis de la productividad se ha basado en la información obtenida en entrevistas directas a los agricultores y en los datos ofrecidos por las cooperativas a las que éstos pertenecen. Los cálculos realizados a partir de esta información nos han permitido comparar la producción física por hectárea, la eficiencia energética, y los costes de producción. Los resultados de este trabajo muestran que la producción de aceite por hectárea es ligeramente superior en el olivar ecológico. Sin embargo, la eficiencia de la energía no renovable es ligeramente menor en el olivar ecológico, debido a que el ahorro que supone el uso de fertilizantes orgánicos, no logra compensar el gran aumento de consumo de energía fósil invertida en el excesivo uso de la maquinaria que implica el control exhaustivo de la flora adventicia y el esparcido del fertilizante orgánico. Ello da lugar también a unos costes monetarios muy superiores en relación a la producción integrada de este municipio.

INTRODUCCIÓN

El olivar es un cultivo mediterráneo que está experimentado en los últimos años transformaciones importantes para adaptarse a un nuevo contexto, en el que la incertidumbre debida a la reforma de la OCM del aceite de oliva (CCE, 1997) es un elemento fundamental. La prevista reducción de los ingresos, vía subsidio a la producción, el leve incremento del consumo mundial de aceite de oliva, y el aumento constante del precio de la mano de obra, son las principales razones para que los olivareros busquen la viabilidad de sus predios a través de dos estrategias: la obtención de una mayor cantidad, intensificando la producción, y la presentación en el mercado de productos de calidad certificada. Esta última se materializa actualmente en dos opciones: la producción ecológica, con un sobreprecio importante, y la producción integrada. Actualmente, la totalidad del olivar en el municipio granadino de Deifontes se acoge a estos dos avales de calidad. Se trata en ambos casos de olivar de riego, en laderas de pendiente media y con distribución de la propiedad en pequeñas explotaciones, separadas en varias parcelas. La precipitación media anual es de 511,1 mm, con un fuerte estiaje en los meses veraniegos.

El presente artículo recoge el estudio realizado en el olivar del citado municipio, comparando la productividad de los dos manejos que hoy conviven: el integrado y el ecológico. Los cálculos realizados a partir de la información primaria obtenida nos han permitido comparar la producción física por hectárea, la eficiencia energética, y los costes de producción.

Dado que la regulación de la agricultura integrada (AI) se realiza en las comunidades autónomas, precisamos a continuación el marco jurídico que la regula en Andalucía.

Las bases de la AI se establecieron mediante el Decreto 215/95, que se desarrolla a través de la Orden de 26 de junio de 1996, en la comunidad autónoma andaluza. Este Decreto define qué entiende por Producción Integrada, y fija los requisitos que deben cumplir a través de los Reglamentos Específicos de Producción Integrada, creando una marca de garantía, que certifica el cumplimiento del Reglamento de Producción Integrada correspondiente al producto que lo exhibe. Los requisitos exigidos en el olivar definen la fertilización (extracciones de macroelementos y niveles críticos nutricionales), los riegos (coeficiente de cultivo, etc.) y el manejo integrado de plagas (método de estimación del riesgo, umbrales y método de control). En cuanto a la comercialización de los productos hay un máximo permitido de residuos de un 50% del máximo legal en la agricultura convencional.

Por último, la AI recomienda prácticas de conservación de suelo en función de la pendiente, aunque, en Deifontes, estas prácticas no se están realizando. La producción integrada en Andalucía se ha incrementado en los últimos cuatro años en un 200%, pasando de 117000 toneladas a las 353000 de la actualidad. Igualmente la superficie ha crecido un 280%, pasando de 12502 a casi 48000 hectáreas, consolidándose una superficie de 22.000 hectáreas de olivar. Según el registro que existe en la Consejería de Agricultura y Pesca, en la actualidad hay 165 agrupaciones, de las cuales 10 son de olivar.

Los agricultores que quieran poseer el aval de agricultura integrada (AI) tienen que unirse en una Agrupación de Producción Integrada (API) cuyas dimensiones están definidas legalmente en función del cultivo. La administración andaluza financia de forma directa el olivar integrado aportando a la API de 7.500 ptas por ha de olivar inscrita en la misma. Este dinero no va a cada agricultor sino que lo emplea la API en pagar al técnico, los análisis, el aval, etc. O sea, todos los costes de la producción integrada de olivar son asumidos por esta cantidad que aporta la administración andaluza a título «experimental», y cuyo fondos provienen de las ayudas de la UE a la mejora de la calidad del aceite.

METODOLOGÍA

La obtención de la información primaria de las técnicas de cultivo empleadas se realizó mediante entrevista a agricultores ecológicos e integrados de este municipio de Granada. El número de agricultores ecológicos entrevistados fue de 5, y corresponde al total de la población que realizaba este manejo y que había superado tres años de conversión. Una vez delimitada la muestra de agricultores con olivar ecológico se eligieron los vecinos integrados para realizar las entrevistas de caracterización de este estilo de manejo. De esta manera, obtuvimos un total de 14 entrevistas personales, 5 de agricultores ecológicos y 9 integrados.

La razón de no escoger los integrados al azar es que el objetivo perseguido en este estudio implicaba, dado el bajo número de ecológicos, seleccionar agricultores cuyas parcelas tuvieran condiciones similares a las ecológicas de exposición, pendiente, tipo de suelo, etc. que garantizaran minimizar el error debido a la variabilidad espacial. Así se evitaba el sesgo que podía introducir la tendencia a concentrar la producción ecológica en las zonas de menor potencial productivo, al compararlo con olivares integrados de mejores tierras.

Para todos ellos, se procedió a obtener la información referente a una parcela representativa, es decir, de olivar adulto con un mínimo de 10 años, para asegurar su etapa adulta de producción, quedando excluida toda parcela con olivar de menor edad.

Los datos de producción, rendimiento de aceite, precios y liquidación de las últimas cuatro campañas (1997/1998, 1998/1999, 1999/2000 y 2000/2001) fueron facilitados por la cooperativa de Deifontes (SCA «San Isidro») a la que pertenecían los distintos olivareros.

A partir de todos estos datos se calcularon distintos indicadores de la productividad del sistema de la siguiente forma:

Productividad física por unidad de superficie

Se calculó directamente a partir de la información obtenida de la cooperativa, que nos facilitó los datos de la aceituna entregada y su contenido graso, para cada agricultor.

Balance energético

Para el cálculo de la eficiencia energética se consideraron como inputs a aquellas entradas de energía que tienen un costo de oportunidad en sentido económico. Es decir, consideraremos como inputs energéticos sólo aquellos que han sufrido alguna transformación previa por la acción del hombre antes de utilizarlos en el olivar. Así, no consideraremos la energía solar.

El valor energético de los inputs agrarios incorpora la energía gastada en la transformación de los productos hasta el estado en que son usados por los agricultores y la energía bruta contenida en los propios inputs (NAREDO y CAMPOS, 1980). Y como output energético al contenido de las producciones físicas obtenidas de la actividad agraria, incluidos los residuos (CAMPOS y NAREDO, 1980).

Por otro lado, diferenciaremos la energía no renovable de la renovable. La primera es aquella que procede del petróleo fundamentalmente, y por lo tanto es agotable. La producción de energía renovable supone el 7,3% del total en España (FERNÁNDEZ, 2000), por lo que se conside-

ra este porcentaje a la hora de calcular la energía renovable y no renovable de los medios de producción. La segunda comprende en nuestro caso el trabajo humano y los fertilizantes orgánicos.

Las entradas de energía son, por tanto:

Maquinaria: el gasto energético de la maquinaria y los aperos es debido a tres aspectos, producción de materias primas, fabricación, y reparación y mantenimiento, al que se le suma un cuarto factor, gasto de combustible, a aquellas máquinas con motor de combustión. Los datos básicos para el cálculo del gasto energético pueden verse en la Tabla I. Para imputar a cada hectárea la parte proporcional de energía correspondiente a los tres primeros factores, dividimos entre las horas de vida útil (H) y multiplicamos por las horas de utilización al año. En el caso del cuarto factor, consumo de combustible, la energía contenida (tanto inherente como la procedente de su elaboración industrial) en un litro de gasoil y de gasolina es de 10.349 y 9.480 Kcal/l, respectivamente (CAMPOS y NAREDO, 1980), y su coste horario se halla multiplicando estos valores por el resultante de aplicar la fórmula de consumo de combustible propuesta por Gil y col. (1992):

$$Cc\ (l/\ h) = 0{,}35 \times P \times R$$

donde:

Cc es el consumo de combustible en litros por hora.

0,35 viene dado en litros/kW-h, y se utiliza cuando se considera que el tractor va trabajando con una carga media, con condiciones de suelo medias, y teniendo en cuenta una densidad de gasoil de 0,85 l/kg. Hay que señalar que cada tarea requiere una potencia media diferente, tal y como señalan las tablas en Gil *y col.* (1992), pero debido a la complejidad que esto acarrearía, hemos adoptado un valor medio de trabajo, correspondiente al coeficiente de 0,35.

P es la potencia del tractor expresada en kW.

R es el porcentaje de carga en tanto por uno, que en nuestro caso hemos considerado un 75 % para los tractores.

Mano de obra: el cálculo del aporte energético del trabajo humano depende de la duración e intensidad de las labores realizadas. Según Campos y Naredo (1980), se ha estimado que por término medio el hombre desarrolla una potencia de forma continuada durante un cierto tiempo, entre 0.13 y 0.17 CV/h.

Las tareas menos pesadas corresponden a lo que denominaremos «mano de obra leve», la cual incluye las horas del tractorista, peones que aplican producto con la cuba, vibrador de ramas, peón que maneja la desbrozadora de hilo, la mochila, la sopladora, etc.

Las tareas que requieren un mayor esfuerzo humano las hemos denominado «mano de obra fuerte», y son las que corresponden a la poda, desvareto (salvo la quema en ambos casos), peones que aplican producto con una pala desde el remolque, cava de pies, y tareas en la recolección como el vareo y movimiento de mallas, además de la carga en el remolque. Estos costes energéticos se pasan a kilocalorías por hectárea, conociendo el tiempo empleado en cada hectárea para realizar la tarea.

Fertilizantes químicos: el valor energético de los fertilizantes químicos incluye el gasto de fabricación más el contenido energético del producto, según los cálculos efectuados por Leach (1976). Los valores energéticos utilizados son 19120, 3346 y 2151 kilocalorías por kilogramo de producto puro de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) respectivamente.

Tabla I. Datos básicos para el cálculo de la energía de las materias primas, manufactura y reparación y mantenimiento de la maquinaria

	Vu H	Vu N	Pot (kw)	Peso (kg)	Mat. prima (kcal/kg)	Manuf. (kcal/kg)	Rep.-Manten. (%)	Rep.-Manten. (kcal/kg)
Tractor: 2 RM, 41 kw	12.000	10	41	2.300	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 2 RM, 50 kw	12.000	10	50	3.400	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 50 kw	16.000	12	50	3.900	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 60 kw	16.000	12	60	4.200	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 75 kw	16.000	12	75	4.700	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 90 kw	16.000	12	90	5.200	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 100 kw	16.000	12	100	5.500	11.808	3.504	49	7.503
Vibrador-tractor	16.000	12	110	9.000	12.024	3.096	24	3.629
Cuba (motor, 4-600 l)	2.000	6	1,84	200	15.000	1.776	26	4.362
Desbrozadora de hilo	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Mochila	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Motoazada	2.000	6	7,35	80	15.000	1.776	26	4.362
Motosierra	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Vibrador de ramas	2.000	6	1,84	15	15.000	1.776	26	4.362
Abonadora centrífuga	1.200	10	0	200	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (100-400 l)	1.500	10	0	100	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (400-600 l)	1.500	10	0	200	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (1000 l)	1.500	10	0	400	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (1000-2000 l)	1.500	10	0	600	15.000	2.064	30	5.119
Cultivador	2.500	12	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Grada discos	2.500	12	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Rastra	2.000	15	0	500	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (0,7-1 t)	5.000	15	0	300	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (5-6 t)	5.000	15	0	1.600	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (8 t)	5.000	15	0	2.500	15.000	2.064	30	5.119
Rodillo	2.500	15	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Picadora	2.000	10	0	720	15.000	2.064	26	4.437

Fuentes: N (años) y H (horas) de vida útil han sido tomadas de ASAE (1995), Gil *y col.* (1992) y Gil (2002, com. personal)
El peso ha sido obtenido mediante consulta a distintas casas comerciales, optando por una media de maquinaria similar
La energía ha sido tomada de Doering (1980), excepto la de reparación y mantenimiento de maquinaria no autopropulsada, que se ha tomado de Mughal (1994, en AUSDLEY *y col.*, 1997)

Plaguicidas: el contenido energético de los productos utilizados por los agricultores para las enfermedades y plagas del olivar, incluidas las hierbas, se determinan de la misma manera que el de los fertilizantes químicos. La energía considerada por kilogramo de materia activa de los productos empleados está recogida en la Tabla II.

Tabla II. Requerimientos energéticos para las materias activas utilizadas

Materia activa	Energía total (kcal/kg materia activa)
Simazina	45.192
Glifosato	108.960
Paraquat	110.256
Cúpricos y azufrados	42.240
Dimetoato	54.912
Aceite blanco de verano 83%	10.317
Bacillus thuringiensis	10.318

Fuente: Green (1987), excepto Bt y aceite de verano, en Roselló-Oltra y Domínguez-Gento (2000).

Abonos orgánicos: el compost de alperujo con estiércol y residuos vegetales, realizado por los propios agricultores, es el abono orgánico empleado habitualmente en este olivar ecológico y le hemos asignado el coste de energía no renovable que corresponde a su fabricación (22 kcal/kg). En el caso del purín de ortiga, empleado por algunos olivareros ecológicos, consideraremos el gasto energético debido a su elaboración, que es de una hora de peón recogiendo, transportando y elaborando el purín por kilogramo de producto elaborado, o lo que es lo mismo, una hora de trabajo leve.

Riego localizado: Los datos sobre consumo han sido facilitados por la empresa suministradora de electricidad de la zona, «Sevillana de Electricidad. Grupo Endesa». La energía eléctrica consumida se dividió entre las hectáreas regadas (1729 ha), para obtener el consumo por hectárea. Se consideró que las pérdidas en la generación y transporte de la energía fue del 70%, por ello 1kw-h equivale a 2880 kcal.

La energía de la instalación de riego por hectárea se ha calculado considerando que ésta dura diez años y está compuesta por 57 m de tubería de polietileno de 50 mm, 54 m de tubería de polietileno de 16 mm y 1284 m de 12 mm, con un coste energético de 3.218, 925 y 269 kcal/metro, respectivamente (LÓPEZ PÉREZ, 1998).

Tratamientos aéreos: la energía invertida es función de la energía consumida en la fabricación, reparación y mantenimiento, y gasto de combustible de la avioneta. Al no disponer de datos experimentales para este tipo de máquina, se ha intentado aproximar su cálculo al del tractor. El consumo de combustible se hará en función de la velocidad de aplicación del producto durante el vuelo, tras consultar las características de la avioneta «Brave 375» en http://www.chariot.net (visitada en octubre de 2001). Según esta página, la velocidad es de 87-104 kph kt/ 161-193 (equivalente a 53 metros por segundo); y el peso máximo de despegue es de 2180 kilogramos. El resultado es de 1.898,6, 7.504,6 y 232.852,5 Kcal/ha de gasto energético relativo a la fabricación, reparación y uso de combustible, respectivamente.

Las salidas de energía del sistema son:

Aceite: a partir de la producción media de aceituna y rendimiento graso medio de las cuatro campañas estudiadas para cada explotación, obtenemos los kilogramos medios de aceite producidos por hectárea. El aceite de oliva tiene un contenido energético de 8991 kilocalorías por kilogramo de peso húmedo de aceite, según Mataix Verdú y Mañas Almendro (1998).

Materia orgánica: además de la producción de aceite, se obtiene como productos de la explotación otros residuos orgánicos, como son el alperujo y los restos de poda. Estos restos tienen un valor energético de 4000 kilocalorías por kilogramo de materia seca (CAMPOS y NAREDO, 1980).

La cantidad de restos de poda generados se calculó según las fórmulas propuestas por Civantos y Olid (1985). Con la poda se obtiene la leña gruesa, donde el 40 % es rama fundadora y el 60 % restante rama secundaria; y ramones frescos, de los cuales el 46 % son hojas de ramón y el 54 % restante son ramillas o tallos, según un estudio realizado por D. Luis Civantos, Inspector Coordinador de la Agencia para el Aceite de Oliva de Jaén (comunicación personal). La humedad de las distintas partidas es, para cada caso, la siguiente: rama fundadora 31,9%; rama secundaria 27,4 %; tallos o ramillas 40,3%; hojas 41,6% (FERREIRA y col., 1986).

Del procesado de la aceituna, obtenemos alperujo y hojín. El hojín, con una humedad del 38,7% (GUZMÁN CASADO, 2001) se determina en función de la producción de aceituna, y supone un 5% de la misma. El alperujo supone un 80% de la producción de aceituna (ARAGÓN ROMERO, 2001, según la página visitada en marzo de 2001, http://www.ucm.es/info/improliv/index.htm.) y posee una humedad del 64% aproximadamente (CEGARRA, 1998).

Una vez contabilizados los flujos de entrada y salida de energía en kilocalorías por hectárea y año, se hallarán diversos índices energéticos, los cuales nos darán información acerca de la eficiencia en el uso de la energía invertida en cada uno de los sistemas, tales como:

Eficiencia total de la energía no renovable: es la relación entre las salidas totales y la energía no renovable utilizada para obtener dichas salidas. Obtendremos información referente a la eficiencia en el uso de esta energía puesta en juego en cada explotación. Su importancia se debe a su agotabilidad y a su responsabilidad en efectos negativos sobre el medio ambiente como el calentamiento de la atmósfera a nivel mundial, o de la lluvia ácida.

Energía absoluta consumida en la mecanización y respecto de la entrada total no renovable. Nos dice la proporción de esta energía que es consumida en la mecanización con respecto a la no renovable total invertida, expresada en tanto por ciento.

Energía absoluta aportada por los productos químicos de síntesis y respecto de la entrada total no renovable. En el caso de las explotaciones de olivar ecológico, estos productos se refieren a los plaguicidas, ya que los fertilizantes son de origen renovable. En los convencionales serán tanto los fertilizantes de origen sintético como los plaguicidas, incluidos los herbicidas. Tiene la misma interpretación energética que el anterior índice.

Costes

Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (GIL y col., 1992; LORING, 1989; GUERRERO, 1997; ASAE, 1995; ALONSO y SERRANO, 1992) referentes a la maquinaria, mano de obra, fertilización y tratamientos fitosanitarios, y otros (pago al Comité Andaluz de Agricultura Ecológica).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productividad física por unidad de superficie

Los resultados medios obtenidos por estilo de producción se exponen en la Tabla III. En el caso del olivar ecológico de regadío, las medias se han realizado a partir de las últimas dos campañas, ya que en las dos anteriores, 1997/1998 y 1998/1999, el olivar ecológico no contaba con

las mismas horas de riego que los integrados, debido a cuestiones internas de la cooperativa, que es la que gestiona el abastecimiento del agua de riego.

Después de obtener la media total, se han analizado estadísticamente las producciones medias de cada explotación utilizando el programa estadístico por ordenador *Statistix for Windows*, versión 1.0, realizando un análisis de varianza para el cual se fija un nivel de significación «**p**» de 0,05.

Se aprecia que la media ecológica es ligeramente superior a la integrada, concretamente un 9,1 %, no existiendo diferencias significativas entre tipos de manejo, ecológico e integrado.

Tabla III. Producción de aceituna por hectárea del olivar ecológico e integrado de Deifontes

	MANEJO ECOLÓGICO E INTEGRADO DE REGADÍO	
	Olivar ecológico	**Olivar integrado**
Kg aceituna/ha	4.812 a	4.410 a
Rendimiento graso	21,7	21,7

Eficiencia energética

La Tabla IV recoge los índices calculados en relación a este epígrafe. La eficiencia en el uso de energía no renovable es ligeramente mayor en el olivar integrado (véase índice 1). Así, en el caso del olivar ecológico se producen 1,69 Kcal por Kcal de energía no renovable invertida y 1,86 en el integrado. ¿Cuál es la razón para ello? Vemos que en el caso del olivar ecológico, el consumo de energía no renovable debido al uso de maquinaria es del 55,2 % (índice 4) frente al 30,5% en la producción integrada, lo que en valores absolutos se traduce en un consumo del doble de kilocalorías por hectárea y año en el olivar ecológico de Deifontes por la mecanización (índice 2). El mayor uso de las máquinas en este estilo de producción se debe, por un lado, al lento y laborioso esparcido del compost mediante el uso del tractor y un remolque normal, desde el que se va añadiendo a mano a los pies de los olivos; y, por otro lado, al mayor laboreo del suelo para controlar la flora adventicia. Disminuir este concepto implicaría, por tanto, reducir el tiempo de esparcido del compost a través de varias medidas que serían las siguientes: a) hacer una incorporación bienal o trienal del compost a las parcelas, en vez de anual, ya que las enmiendas orgánicas tardan más de dos años en mineralizarse en condiciones mediterráneas (Urbano Terrón, 1992); b) emplear un remolque esparcidor de estiércol adaptado al perfil ondulado de la zona; c) disminuir la necesidad de aplicar compost a través del empleo de cubiertas vegetales leguminosas o mezcla de leguminosa/gramínea entre calles hasta el inicio de la competencia por el agua para promover la fijación simbiótica de nitrógeno. Esta última práctica permitiría también disminuir el número de pases de labor a realizar durante el año. La introducción en la zona de estas prácticas pasa por mejorar la formación del olivarero ecológico y el asesoramiento que recibe, para que supere el proceso de conversión adaptando el manejo de su finca con criterios ecológicos, económicos y agronómicos, y no tratando de imitar el modelo convencional que realizaba con anterioridad. Por otro lado, es importante destacar que la eficiencia energética en ambos casos es baja, y menor de la mitad que la obtenida en olivar de secano del vecino municipio de Colomera (GUZMÁN CASADO y col., 2002). Se debería hacer el esfuerzo de adaptar y potenciar el uso de energías renovables en las tareas agrícolas, como puede ser el empleo del biocombustible.

Tabla IV. Índices medios de eficiencia energética de las explotaciones de olivar ecológico e integrado de regadío de Deifontes

INDICES	*ECOLÓGICO REGADÍO*	*INTEGRADO REGADÍO*
1. Eficiencia de la energía no renovable	1,7	1,86
2. Energía no renovable consumida por la mecanización (kcal/ha y año)	8.864.344,2	4.090.628,3
3. Energía no renovable contenida en plaguicidas y fertilizantes (kcal/ha y año)	665.230,5	3.282.376,8
4. % de energía no renovable consumida por la mecanización respecto al total de ella invertida	55,2	30,5
5. % de energía no renovable contenida en plaguicidas y fertilizantes con respecto al total de ella invertida	4,1	24,5

La situación se invierte en lo que se refiere a la energía consumida por los plaguicidas y fertilizantes, donde el coste energético es superior en la agricultura integrada. Así, ésta consume casi cinco veces más energía no renovable en este concepto, que por razones obvias es muy bajo en agricultura ecológica (véanse índices 3 y 5). La Figura 1 muestra esta situación de forma aún más desglosada.

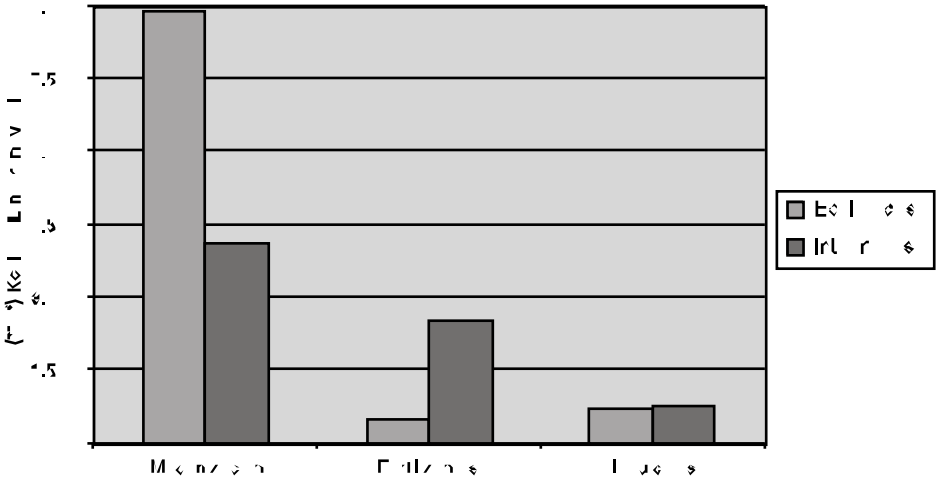


Figura 1. *Energía no renovable invertida en el olivar ecológico e integrado de Deifontes bajo varios conceptos*

Costes de producción

A la vista de los resultados expuestos en la Tabla V, podemos decir que el olivar ecológico de la zona tiene un mayor coste económico total de cultivo que el integrado. Así, el coste de producción integrada es el 60% del coste del ecológico, debido fundamentalmente a la diferencia de coste en la *fertilización*, siendo en general las demás tareas similares en coste monetario.

Tabla V. Comparación entre manejo ecológico e integrado de Deifontes

MANEJO ECOLÓGICO E INTEGRADO DE REGADÍO				
	COSTES MEDIOS (euros/ha)		MANO DE OBRA MEDIA (nº jorn/ha)	
Tarea	**Ecológico**	**Integrado**	**Ecológico**	**Integrado**
Desyerbe	349	198,42	4,34	2,77
Fertilización	1286,22	310,21	8,46	1,34
Tratamiento fitosanitario	276,14	189,41	1,57	1,56
Desvareto	72,83	85,01	2,05	2,51
Poda	119,93	154,12	2,5	3,81
Recolección	608,15	527,24	13,2	13,6
Riego	200,38	243,94	0,45	0,48
Ruedos	92,03	86,89	1,7	2,42
Certificación	23,75			
Total	**3.028,42**	**1.795,25**	**34,27**	**27,96**

Los agricultores ecológicos incurren en un coste ligeramente mayor en el *desyerbado* que los integrados, debido fundamentalmente a un mayor uso de maquinaria, y de mano de obra.

La *fertilización* es la tarea que más diferencia a ambos tipos de manejos en esta zona, ya que a los agricultores ecológicos se les dispara el coste debido al aporte anual y manual de compost, práctica que requiere mucha mano de obra a la hora de aportarlo y esparcirlo en el terreno. Los agricultores integrados, en términos generales, se limitan al aporte con cuba de fertilizantes inorgánicos. Los ecológicos realizan este aporte de materia orgánica con el remolque y una media de dos personas con palas, además del aporte con cuba de fertilizantes foliares.

La *poda* y el *desvareto* que realizan los agricultores integrados se diferencia de la de los ecológicos en un mayor uso de mano de obra por parte de los primeros, que parecen realizar estas prácticas de forma más severa.

Hay que tener en cuenta que, pese a que éstos son los costes en los que se incurren, el agricultor no los percibe de igual manera, ya que no valora económicamente las horas que consume en el campo trabajando; sólo tiene en cuenta el intercambio monetario puesto en juego en la explotación, independientemente del manejo que esté realizando. Desde este punto de vista, el aumento de jornales de la producción ecológica (22,6% más alta que la integrada) es percibido como aumento del autoempleo, ya que esperan que el mayor precio al que acceden, los compensen del sobreesfuerzo. A pesar de ello, es imprescindible reducir los costes para asegurar la viabilidad de la producción ecológica, lo que implica una racionalización de la fertilización, con un aporte bienal mecanizado de compost con un remolque repartidor adaptado; y un mejor manejo del suelo, siendo las cubiertas vegetales leguminosas un elemento fundamental a incorporar.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación ha sido financiado por la Excma. Diputación de Granada, a través del Centro de Investigaciones Etnológicas «Ángel Ganivet».

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, S.; A. SERRANO (1992). *Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (A.S.A.E.) (1995). *Agricultural Engineerin Yearbook* A.S.A.E.

ARAGÓN ROMERO (2001). http://www.ucm.es/info/improliv/index.htm.

AUDSLEY, E.; S. ALBER; R. CLIFT; S. COWELL; P. CRETTAZ; G. GAILLARD; J. HAUSHEER; O. JOLLIETT; R. KLEIJN; B. MORTENSEN; D. PEARCE; E. ROGER; H. TEULON; B. WEIDEMA; H. VAN ZEIJTS (1997). *Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture*. Final Report of the Concerted Action AIR3-CT94-2028.

CAMPOS, P.; J.M. NAREDO (1980). Los balances energéticos de la agricultura española. En *Agricultura y Sociedad*. Vol 15, pp. 18-115.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (1997). Normativa derivada de la Reforma de la PAC en la OCM. Serie Europa Verde.

CEGARRA, J. (1997). Elaboración y uso agrícola de abonos obtenidos a partir de residuos de almazara. En *Primeras Jornadas Mediterráneas de Olivar Ecológico. Ecoliva '97*. Tomo I. Cámara Oficial de Comercio e Industria. Jaén. pp. 115-121.

CIVANTOS, L.; M. OLID (1985). Los ramones de los olivos. En *Agricultura*, pp. 978-979.

COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) (2001). www.caae.es., 19 de septiembre de 2001.

DOERING, O.C. (1980). Accounting for energy in farm machinery and buildings. *Handbook of Energy utilization in Agriculture*. pp. 9-14 y 15-21. CRC Press Boca Raton.

FERNÁNDEZ, J. (2000). Presente y futuro de la biomasa como fuente de energía. En *ENERNOVA* 2000 (mayo 2000)

FERREIRA, J., RED COOPERATIVA EUROPEA DE INVESTIGACIÓN DEL OLIVO, FAO-INIA (1986). Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. En *Olea* nº 17. Dic 1986.

GIL, J.A. (coord.) (1992). *Conferencias. Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba.* Universidad de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Educación O.T.R.I.

GREEN, M.B. (1987). Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use. En Z.R. Helsel (Ed.) *Energy in Plant Nutrition and Pest Control.* Elsevier, Amsterdam, pp. 165-177.

GUERRERO, A. (1991). *Nueva Olivicultura.* Ediciones Mundi-Prensa.

GUZMÁN CASADO, G.I. (2001). *El potencial del olivar ecológico como motor de desarrollo rural y su adaptación a la provincia de Granada. Primer informe anual.* Excma. Diputación de Granada.

GUZMÁN CASADO, G.I.; SERRANO AMADOR, C.; ALONSO MIELGO, A.M. (2002). Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada). *V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Gijón.

LEACH, G. (1976). *Energy and food production.* IPC Science and Technology Press, Guildford, Survey, Reino Unido.

LÓPEZ PÉREZ, D. (1998). *Determinación de costes de cultivo en la Vega de Granada.* Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Córdoba.

LORING (1989). *Costes agrarios en la provincia de Sevilla.* Caja Provincial de Ahorros San Fernando de Sevilla. Sevilla.

MATAIX VERDÚ, J.; M. MAÑAS ALMENDROS (1998). *Tablas de composición de alimentos españoles*. Universidad de Granada. Granada.

NAREDO J.M.; P. CAMPOS (1980). La energía en los sistemas agrarios. En *Agricultura y Sociedad*, Vol. 15, pp: 257-291.

ROSELLÓ-OLTRA, J.; A. DOMÍNGUEZ-GENTO (2000). Comparación del balance energético y de los costos económicos en cítricos y hortícolas valencianas en cultivo ecológico y convencional. *IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica.* Córdoba. En prensa.

Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada)

GLORIA I. GUZMÁN CASADO, CELIA SERRANO AMADOR, ANTONIO M. ALONSO MIELGO[1]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (Universidad de Córdoba). Avda. Menéndez Pidal, s/n. Córdoba, 14.004. Tfno: 957-218541; fax: 957-218563; e-mail: ec1segue@uco.es

INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo en la UE se ha ido incrementando en la última década, a pesar del abandono que han sufrido los olivares marginales. Ello se ha debido principalmente a la baja rentabilidad de otros cultivos alternativos (herbáceos, fundamentalmente) y al mayor subsidio relativo del olivar respecto a los mismos. Sin embargo, desde hace unos años el sector se encuentra en un contexto de incertidumbre: la reforma de la OCM del aceite de Oliva (CCE, 1997) y su preconización en reducir los gastos que le supone a la UE vía subsidios, el leve incremento del consumo mundial de aceite de oliva (probablemente incapaz de absorber un año de buena producción), y el incremento constante del precio de la mano de obra (en olivares poco productivos puede suponer hasta el 70% de los costes directos), son las principales razones.

Por otro lado, la agricultura ecológica en España se ha ido desarrollando lentamente hasta 1995, año en que comienzan a establecerse ayudas a este tipo de producción (ALONSO MIELGO y col., 2000), y ésta comienza a incrementarse exponencialmente, respaldada por los mejores precios obtenidos por los productos ecológicos. El olivar no es ajeno a esta circunstancia, y ante el contexto de incertidumbre anteriormente señalado, muchos agricultores inician la transición al manejo ecológico del olivar, que ha pasado a ocupar un porcentaje importante de la superficie dedicada a la AE en aquellas regiones donde este cultivo tiene importancia. Así, en Andalucía, ocupaba el 33% de la superficie con producción ecológica en el año 2000 (CAAE, 2001)

La conversión del olivar convencional a ecológico se está realizando, en general, con escaso apoyo en cuanto a formación y asesoramiento técnico a los agricultores se refiere, debido a lo cual el cambio tecnológico se desarrolla localmente según la experiencia, los conocimientos y la inventiva de los agricultores implicados. Valorar estas experiencias, en el contexto de la sustentabilidad, comparando el manejo ecológico y el, comúnmente denominado, convencional puede aportar información que facilite la transición hacia formas de manejo más cuidadosas con el medioambiente. En este artículo presentamos el caso del municipio de Colomera de la comarca de Iznalloz en Granada, constituido por olivar de sierra, en condiciones de secano y repartido en explotaciones de pequeñas dimensiones, ya que el 80% de las explotaciones tiene menos de 10 ha (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 1997). En él pretendemos valorar las

técnicas empleadas a través del análisis de la productividad del agroecosistema con ambos manejos.

La *productividad* se define como el producto obtenido por unidad de recurso empleado. La dificultad de su medida está en su carácter multidimensional, ya que puede ser valorada de muchas maneras en función de la naturaleza del producto y de los recursos utilizados. Los tres recursos básicos son para Conway (1985) tierra, trabajo y capital, aunque en la agricultura mediterránea habría que incluir el agua. Estrictamente hablando la energía estaría subsumida bajo la tierra (energía solar), el trabajo (energía humana) y el capital (energía fósil). Igualmente los insumos tecnológicos (fertilizantes y productos fitosanitarios) son componentes del capital y de la energía. Sin embargo, pueden ser tratados como insumos separados. Cada posible combinación de productos y recursos puede utilizarse como una medida comparativa de la eficiencia de la producción entre dos agroecosistemas o establecer comparaciones en el tiempo. Así, pueden emplearse insumos muy específicos: producción por unidad de agua, de nutriente mineral, de suelo erosionado, etc. Esto es, actualmente la medida de la productividad agraria ha dejado de referirse únicamente al producto físico por unidad de superficie y ha pasado a ser considerada como un atributo multidimensional referido a los diversos recursos naturales relacionados con la agricultura, para intentar maximizar la eficiencia de su uso.

Actualmente, se emplean a menudo para comparar la productividad de la agricultura ecológica y convencional: el rendimiento físico por hectárea, el rendimiento monetario por hectárea y el rendimiento energético en relación a la cantidad de kilocalorías invertidas en su producción, tales como el trabajo de Roselló-Oltra y Domínguez-Gento (2000) en los agroecosistemas hortofrutícolas valencianos, o el de Lacasta y Meco (2000) en sistemas cerealistas de secano. La eficiencia energética de la agricultura referida al consumo de energía fósil es hoy evaluada con especial interés, no sólo por el carácter no renovable de estas fuentes de energía, sino primordialmente por el papel que desempeñan en la generación del efecto invernadero y el subsiguiente cambio climático a nivel planetario, que de forma tan dramática puede alterar la vida en la Tierra.

METODOLOGÍA

La obtención de la información primaria de las técnicas de cultivo empleadas se realizó mediante entrevista a agricultores ecológicos y convencionales de secano de este municipio de Granada. El número de agricultores ecológicos entrevistados fue de 3, y corresponde al total de la población que realizaba este manejo y que había superado tres años de conversión. Una vez delimitada la muestra de agricultores con olivar ecológico se eligieron los vecinos convencionales para realizar las entrevistas de caracterización de este estilo de manejo. De esta manera, obtuvimos un total de 11 entrevistas personales, 3 de agricultores ecológicos y 9 convencionales.

La razón de no escoger los convencionales al azar es que el objetivo perseguido en este proyecto de investigación referente a comparar el manejo ecológico y convencional implicaba, dado el bajo número de ecológicos, seleccionar agricultores cuyas parcelas tuvieran condiciones similares a las ecológicas de exposición, pendiente, tipo de suelo, etc. que garantizaran minimizar el error debido a la variabilidad espacial. Así se evitaba el sesgo que podía introducir la tendencia a concentrar la producción ecológica en las zonas de menor potencial productivo, al compararlo con olivares convencionales de mejores tierras.

Para todos ellos, se procedió a obtener la información referente a una parcela representativa, es decir, de olivar adulto con un mínimo de 10 años, para asegurar su etapa adulta de producción, quedando excluida toda parcela con olivar de menor edad.

Los datos de producción, rendimiento de aceite, precios y liquidación de las últimas cuatro campañas fueron facilitados por las cooperativas de Colomera (SCA «Nuestra Señora del Pilar»), y de Benalúa de las Villas (SCA. «San Sebastián») a las que pertenecían los distintos olivareros.

A partir de todos estos datos se calcularon distintos indicadores de la productividad del sistema de la siguiente forma:

Productividad física por unidad de superficie

Se calculó directamente a partir de la información obtenida de las cooperativas, que nos facilitaron los datos de la aceituna entregada y su contenido graso, para cada agricultor.

Balance energético

Para el cálculo de la eficiencia energética se consideraron como inputs a aquellas entradas de energía que tienen un costo de oportunidad en sentido económico. Es decir, consideraremos como inputs energéticos sólo aquellos que han sufrido alguna transformación previa por la acción del hombre antes de utilizarlos en el olivar. Así, no consideraremos la energía solar.

El valor energético de los inputs agrarios incorpora la energía gastada en la transformación de los productos hasta el estado en que son usados por los agricultores y la energía bruta contenida en los propios inputs (NAREDO y CAMPOS, 1980). Y como output energético al contenido de las producciones físicas obtenidas de la actividad agraria (CAMPOS y NAREDO, 1980).

La eficiencia energética expresa el rendimiento de la transformación de la energía implicada en el agroecosistema, relacionando la producción bruta del mismo (producto utilizado directamente por el hombre + residuos) con el conjunto de entradas energéticas necesarias para conseguir dicha producción bruta.

Por otro lado, diferenciaremos la energía no renovable de la renovable. La primera es aquella que procede del petróleo fundamentalmente, y por lo tanto es agotable. La producción de energía renovable supone en España el 7,3% del total (FERNÁNDEZ, 2000), por lo que se considera este porcentaje a la hora de calcular la energía renovable y no renovable de los medios de producción. La segunda comprende en nuestro caso el trabajo humano y los fertilizantes orgánicos.

Las entradas de energía son, por tanto:

Maquinaria: el gasto energético de la maquinaria y los aperos es debido a tres aspectos, producción de materias primas, fabricación, y reparación y mantenimiento, al que se le suma un cuarto factor, gasto de combustible, a aquellas máquinas con motor de combustión. Los datos básicos para el cálculo del gasto energético pueden verse en la Tabla I. Para imputar a cada hectárea la parte proporcional de energía correspondiente a los tres primeros factores, dividimos entre las horas de vida útil (H) y multiplicamos por las horas de utilización al año. En el caso del cuarto factor, consumo de combustible, la energía contenida (tanto inherente como la procedente de su elaboración industrial) en un litro de gasoil y de gasolina es de 10.349 y 9.480 kcal/l, respectivamente (CAMPOS y NAREDO, 1980), y su coste horario se halla multiplicando estos valores por el resultante de aplicar la fórmula de consumo de combustible propuesta por Gil y col. (1992):

$$Cc\ (l/h) = 0{,}35 \times P \times R$$

donde:

Cc es el consumo de combustible en litros por hora.

0,35 viene dado en litros/kW-h, y se utiliza cuando se considera que el tractor va trabajando con una carga media, con condiciones de suelo medias, y teniendo en cuenta una densidad de gasoil de 0,85 l/kg. Hay que señalar que cada tarea requiere una potencia media diferente, tal y como señalan las tablas en Gil *y col.* (1992), pero debido a la complejidad que esto acarrearía, hemos adoptado un valor medio de trabajo, correspondiente al coeficiente de 0,35.

P es la potencia del tractor expresada en kW.

R es el porcentaje de carga en tanto por uno, que en nuestro caso hemos considerado un 75% para los tractores.

Tabla I. Datos básicos para el cálculo de la energía de las materias primas, manufactura y reparación y mantenimiento de la maquinaria

	Vu	Vu	Pot	Peso	Mat. Prima	Manufactura	Rep.-Manten.	
	H	N	(kw)	(kg)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	(%)	(kcal/kg)
Tractor: 2 RM, 41 kw	12.000	10	41	2.300	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 2 RM, 50 kw	12.000	10	50	3.400	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 50 kw	16.000	12	50	3.900	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 60 kw	16.000	12	60	4.200	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 75 kw	16.000	12	75	4.700	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 90 kw	16.000	12	90	5.200	11.808	3.504	49	7.503
Tractor: 4*4, 100 kw	16.000	12	100	5.500	11.808	3.504	49	7.503
Vibrador-tractor	16.000	12	110	9.000	12.024	3.096	24	3.629
Cuba (motor, 4-600 l)	2.000	6	1,84	200	15.000	1.776	26	4.362
Desbrozadora de hilo	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Mochila	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Motoazada	2.000	6	7,35	80	15.000	1.776	26	4.362
Motosierra	2.000	6	1,84	10	15.000	1.776	26	4.362
Vibrador de ramas	2.000	6	1,84	15	15.000	1.776	26	4.362
Abonadora centrífuga	1.200	10	0	200	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (100-400 l)	1.500	10	0	100	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (400-600 l)	1.500	10	0	200	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (1000 l)	1.500	10	0	400	15.000	2.064	30	5.119
Cuba (1000-2000 l)	1.500	10	0	600	15.000	2.064	30	5.119
Cultivador	2.500	12	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Grada discos	2.500	12	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Rastra	2.000	15	0	500	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (0,7-1 t)	5.000	15	0	300	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (5-6 t)	5.000	15	0	1.600	15.000	2.064	30	5.119
Remolque (8 t)	5.000	15	0	2.500	15.000	2.064	30	5.119
Rodillo	2.500	15	0	700	15.000	2.064	30	5.119
Picadora	2.000	10	0	720	15.000	2.064	26	4.437

Fuentes: N (años) y H (horas) de vida útil han sido tomadas de ASAE (1995), Gil *y col.* (1992) y Gil (2002, com. personal) El peso ha sido obtenido mediante consulta a distintas casas comerciales, optando por una media de maquinaria similar La energía ha sido tomada de Doering (1980), excepto la de reparación y mantenimiento de maquinaria no autopropulsada, que se ha tomado de Mughal (1994, en AUSDLEY *y col.*, 1997)

Mano de obra: el cálculo del aporte energético del trabajo humano depende de la duración e intensidad de las labores realizadas. Según Campos y Naredo (1980), se ha estimado que por término medio el hombre desarrolla una potencia de forma continuada durante un cierto tiempo, entre 0,13 y 0,17 CV/h.

Las tareas menos pesadas corresponden a lo que denominaremos «mano de obra leve», la cual incluye las horas del tractorista, peones que aplican producto con la cuba, vibrador de ramas, peón que maneja la desbrozadora de hilo, la mochila, la sopladora, etc., es decir, aquellas tareas que no representen un esfuerzo demasiado duro.

Las tareas que requieren un mayor esfuerzo humano las hemos denominado «mano de obra fuerte», y son las que corresponden a la poda, desvareto (salvo la quema en ambos casos), peones que aplican producto con una pala desde el remolque, cava de pies, y tareas en la recolección como el vareo y movimiento de mallas, además de la carga en el remolque. Estos costes energéticos se pasan a kilocalorías por hectárea, conociendo el tiempo empleado en cada hectárea para realizar la tarea.

Fertilizantes químicos: el valor energético de los fertilizantes químicos incluye el gasto de fabricación más el contenido energético del producto, según los cálculos efectuados por Leach (1976). Los valores energéticos utilizados son 19120, 3346 y 2151 kilocalorías por kilogramo de producto puro de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) respectivamente.

Fitosanitarios: el contenido energético de los productos utilizados por los agricultores para las enfermedades y plagas del olivar se determinan de la misma manera que el de los fertilizantes químicos. La energía considerada por kilogramo de materia activa de los productos empleados está recogida en la Tabla II.

Herbicidas: la energía requerida incluye igualmente el valor del gasto energético de la elaboración industrial más el contenido en el producto puro o materia activa. La energía considerada por kilogramo de materia activa de los productos empleados está recogida en la Tabla II.

Tabla II. Requerimientos energéticos para diversas materias activas

Materia activa	Energía total (kcal/kg materia activa)
MCPA	30.648
Simazina	45.192
Glifosato	108.960
Paraquat	110.256
Cúpricos y azufrados	42.240
Cypermetrin	139.200
Dimetoato	54.912

Fuente: Green (1987)

Abonos orgánicos: el estiércol es el abono orgánico empleado habitualmente en este olivar y le hemos asignado un coste energético de energía no renovable nulo, ya que no sufre ninguna transformación planificada (ej. compostaje) que implique un coste energético (p.ej. la necesaria para realizar volteos, etc.). Simplemente es trasladado desde las cuadras del municipio al campo y, a pesar de que otros autores le atribuyen como contenido energético el gasto de energía fó-

sil debido a su transporte, no lo hemos considerado aquí, ya que éste no se considera en el resto de los insumos y sería, por tanto, penalizar injustamente el uso de abonos orgánicos.

Las salidas de energía del sistema son:

Aceite: a partir de la producción media de aceituna y rendimiento graso medio de las cuatro campañas estudiadas para cada explotación, obtenemos los kilogramos medios de aceite producidos por hectárea. El aceite de oliva tiene un contenido energético de 8991 kilocalorías por kilogramo de peso húmedo de aceite, según Mataix Verdú y Mañas Almendro (1998).

Materia orgánica: además de la producción de aceite, se obtiene como productos de la explotación otros residuos orgánicos, como son el alperujo y los restos de poda. Estos restos tienen un valor energético de 4000 kilocalorías por kilogramo de materia seca (CAMPOS y NAREDO, 1980).

Con la poda se obtiene la leña gruesa, donde el 40% es rama fundadora y el 60% restante rama secundaria; y ramones frescos, de los cuales el 46% son hojas de ramón y el 54% restante son ramillas o tallos, según un estudio realizado por D. Luis Civantos, Inspector Coordinador de la Agencia para el Aceite de Oliva de Jaén (comunicación personal). La humedad de las distintas partidas es, para cada caso, la siguiente: rama fundadora 31,9%; rama secundaria 27,4%; tallos o ramillas 40,3%; hojas 41,6% (FERREIRA y col., 1986).

Del procesado de la aceituna, obtenemos alperujo y hojín. El hojín, con una humedad del 38,7% (GUZMÁN CASADO, 2001) se determina en función de la producción de aceituna, y supone un 5% de la misma. El alperujo supone un 80% de la producción de aceituna (ARAGÓN ROMERO, 2001, según la página visitada en marzo de 2001, http://www.ucm.es/info/improliv/index.htm.) y posee una humedad del 64% aproximadamente (CEGARRA, 1998).

Una vez contabilizados los flujos de entrada y salida de energía en kilocalorías por hectárea y año, se hallarán diversos índices energéticos, los cuales nos darán información acerca de la eficiencia en el uso de la energía invertida en cada uno de los sistemas, tales como:

Eficiencia total de la energía no renovable: es la relación entre las salidas totales y la energía no renovable utilizada para obtener dichas salidas. Obtendremos información referente a la eficiencia en el uso de esta energía puesta en juego en cada explotación. Su importancia se debe a su carácter agotable y a su responsabilidad en efectos negativos sobre el medioambiente como el calentamiento de la atmósfera a nivel mundial, o de la lluvia ácida.

Energía absoluta consumida en la mecanización y respecto de la entrada total no renovable. Nos dice la proporción de esta energía que es consumida en la mecanización con respecto a la no renovable total invertida, expresada en tanto por ciento.

Energía absoluta aportada por los productos químicos de síntesis y respecto de la entrada total no renovable. En el caso de las explotaciones de olivar ecológico, estos productos se refieren a los plaguicidas, ya que los fertilizantes son de origen renovable. En los convencionales serán tanto los fertilizantes de origen sintético como los plaguicidas, incluidos los herbicidas. Tiene la misma interpretación energética que el anterior índice.

Costes

Los costes se han hallado como media de las cuatro campañas analizadas: 1997/1998, 1998/1999, 1999/2000 y 2000/2001.

Los costes serán los referentes a:

Costes de maquinaria: se dividen en costes fijos y costes variables. La suma de los dos anteriores nos dará el coste horario de la maquinaria.

Alquiler de la maquinaria: para aquellos agricultores que no tienen maquinaria propia y contratan las tareas del campo.

Coste de la mano de obra: según se trate de mano de obra fija o mano de obra eventual y la tarea que desempeñe en el olivar (tractorista, podador o peón).

Costes de fertilización y tratamientos fitosanitarios: el coste y dosis de los productos son los facilitados por los agricultores y la almazara que se los vende.

Para el cálculo de los costes se han seguido las metodologías aportadas por diversos autores (GIL y col., 1992; LORING, 1989; GUERRERO, 1997; ASAE, 1995; ALONSO y SERRANO, 1992) referentes a la maquinaria, mano de obra, fertilización y tratamientos fitosanitarios, y otros (pago al Comité Andaluz de Agricultura Ecológica).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla III nos ofrece resumidamente los resultados de los índices de productividad calculados. En ella podemos ver que la producción de kilogramos de aceituna por hectárea es ligeramente superior en el manejo convencional, pero la producción de aceite es similar en ambos sistemas, dado el mayor contenido en grasa de la aceituna ecológica.

Tabla III. Índices de productividad del olivar ecológico y convencional de Colomera (Granada)

Indice	ECOLÓGICO	CONVENCIONAL
Producto físico por unidad de superficie (kg aceituna/ha)	2923	3000
Producto físico por unidad de superficie (kg aceite/ha)	684	681
Rendimiento graso medio (%)	23,4	22,7
Eficiencia de la energía no renovable	4,8	3,7
Energía no renovable empleada consumida por la mecanización (x 10^3 kcal/ha y año)	3.300	2.239
Energía no renovable contenida en los productos químicos de síntesis utilizados (x 10^3 kcal/ha y año)	37	2444
% de energía fósil consumida por la mecanización respecto al total de ella invertida	98,9	47,8
% de energía fósil aportada por los productos químicos de síntesis con respecto al total de ella invertida	1,1	52,2
Costes[1] (euros/ha)	1240	1108,5
Coste de desyerbe (euros/ha)	293,8	212,6
Jornales/ha	26,6	21,3
kg aceite/hora de trabajo	4,3	5,3

[1] Se incluye el coste de certificación y control de la producción ecológica, que fue de 17,25 euros/ha

La eficiencia energética en el uso de la energía no renovable es mayor para la producción ecológica. Así, mientras que el manejo ecológico promueve la formación de 4,8 kcal por cada kilo-

caloría de energía fósil que invierte, el manejo convencional sólo consigue 3,7 kcal. Esta mayor eficiencia del manejo ecológico se debe sobre todo al abandono de los productos químicos de síntesis, principalmente del fertilizante químico que es un gran consumidor de energía fósil, y que es sustituido por los olivareros ecológicos por productos naturales y renovables, principalmente estiércol (véase Figura 1). Si observamos la Tabla III, podemos ver que las kcal/ha y año de energía no renovable consumidas por este concepto son para el olivar ecológico de 37 x 10^3, y para el convencional de 2.444 x 10^3.

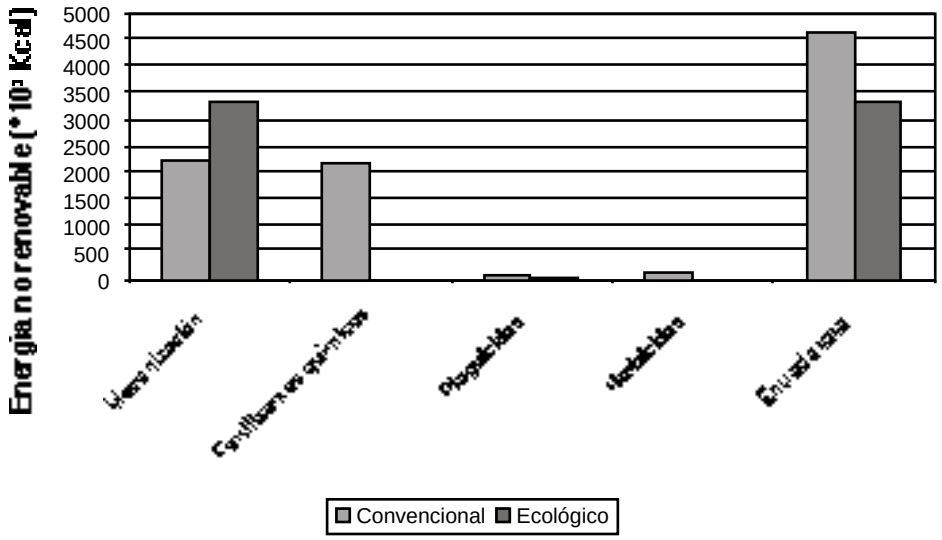


Figura 1. *Energía no renovable invertida en las distintas tareas realizadas en el olivar ecológico y convencional de Colomera*

Sin embargo, podemos ver en la mencionada tabla que a pesar de la mayor eficiencia en el uso de la energía fósil de la producción ecológica, ésta emplea una mayor cantidad absoluta en lo que se refiere a la mecanización de las labores agrícolas. Así, los olivareros ecológicos invierten 3.300 x 10^3 kcal/ha y año de energía fósil en la mecanización, mientras que los convencionales sólo alcanzan un consumo de 2.239 x 10^3 kcal/ha y año. Esta diferencia de consumo se debe, sobre todo, a la tendencia de los ecológicos a mantener completamente libre de flora espontánea el suelo del olivar en base a pases de grada o cultivador, práctica más consumidora de energía fósil que el uso de herbicidas, tanto por el mayor número de pases que implica, como por el mayor gasto de energía por pase.

Esta práctica es lesiva desde el punto de vista medioambiental, no sólo por el gasto de energía fósil que implica, sino también porque supone un aumento espectacular de las pérdidas de suelo por erosión al quedar removido y descubierto, expuesto a la acción erosiva de las lluvias durante todo el año. Este proceso finaliza con la pérdida del potencial productivo del suelo, ya que pierde su capa fértil y su capacidad de almacenar agua. Es necesario, por ello, adoptar y

adaptar al uso de nuestros olivareros la técnica del mantenimiento de cubiertas vegetales durante los meses de otoño hasta que en primavera se inicia la competencia por el agua con el olivo. De ésta manera se produciría un ahorro importante de la energía fósil aportada en el manejo ecológico del olivar, ya que la mecanización supone el 98,9% de la energía fósil total consumida por este estilo de manejo (véase Tabla III), además de reducir la erosión, mejorar el almacenamiento del agua en el suelo y reducir los costes económicos. En efecto, el desyerbe supone un 24% de los costes totales de la producción ecológica frente al 19% en la producción convencional, y significa 81,2 euros (13.510 pta) más por hectárea que en éste, siendo la principal causa del mayor coste total del manejo ecológico (véase Tabla III). Otros costes, como el de tratamientos con plaguicidas, son menores en la producción ecológica, y otros se mantienen similares, como el de fertilización.

La diferencia total de coste es pequeña entre ambos manejos, siendo de 131,5 euros/ha (21.879 pta/ha), y bastó para compensarla la subvención media recibida por los agricultores ecológicos de Colomera en las cuatro campañas (268 euros/ha y año). Además, como es sabido, existe un reconocimiento social de la producción ecológica que se traduce en un precio premio cuya captación está siendo el motor principal de la transformación de este cultivo.

La mano de obra empleada es superior en el caso del olivar ecológico en un 25%, siendo la productividad por hora de trabajo inferior (Tabla III). La valoración de esta situación es positiva para la olivicultura familiar, como en éste caso se trata, ya que emplea sus propios recursos para satisfacerla y no supone un gasto extra. También puede serlo desde el punto de vista del desarrollo rural, ya que en algunas regiones productoras el sector del olivar absorbe el 27% del empleo del sector agrario (LUQUE PINILLA, 1998). Sin embargo, puede ser percibido como negativo por aquellos olivareros que emplean mano de obra contratada, no tanto por el precio de ésta, que es asumido por el sobreprecio del aceite de oliva ecológico, como por la dificultad de encontrar trabajadores.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación ha sido financiado por la Excma. Diputación de Granada, a través del Centro de Investigaciones Etnológicas «Ángel Ganivet».

BIBLIOGRAFIA

ALONSO MIELGO, A.M.; G.I. GUZMÁN CASADO; M. CENIT MOLINA (2000). Caracterización de la agricultura ecológica en España. Análisis de una estrategia de comercialización directa: el caso de la SCA El Romeral. En Guzmán Casado, G., González de Molina, M., Sevilla Guzmán, E. (Eds.), *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.

ALONSO, S.; A. SERRANO (1992). *Los costes en los procesos de producción agraria: Metodología y Aplicaciones*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (A.S.A.E.) (1995). *Agricultural Engineering Yearbook* A.S.A.E.

ARAGÓN ROMERO (2001). http://www.ucm.es/info/improliv/index.htm

AUDSLEY, E., S. ALBER, R. CLIFT, S. COWELL, P. CRETTAZ, G. GAILLARD, J. HAUSHEER, O. JOLLIETT, R. KLEIJN, B. MORTENSEN, D. PEARCE, E. ROGER, H. TEULON, B. WEIDEMA, H. VAN ZEIJTS (1997). *Har -*

monisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture. Final Report of the Concerted Action AIR3-CT94-2028.

CAMPOS, P., J.M. NAREDO (1980). Los balances energéticos de la agricultura española. En *Agricultura y Sociedad*. Vol 15, pp. 18-115.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (CCE) (1997). Normativa derivada de la Reforma de la PAC en la OCM. Serie Europa Verde.

CEGARRA, J. 1997. Elaboración y uso agrícola de abonos obtenidos a partir de residuos de almazara. En *Primeras Jornadas Mediterráneas de Olivar Ecológico. Ecoliva '97.* Tomo I. Cámara Oficial de Comercio e Industria. Jaén. pp. 115-121.

CIVANTOS, L., M. OLID (1985). Los ramones de los olivos. En *Agricultura*, pp. 978-979.

COMITÉ ANDALUZ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (CAAE) (2001). www.caae.es., 19 de septiembre de 2001.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA (1997). SINAMBA 97. La información ambiental de Andalucía.

CONWAY, G.R. (1985). Agroecosystem Analysis. En *Agricultural Administration*, 20, 31-55.

DOERING, O.C. (1980). Accounting for energy in farm machinery and buildings. *Handbook of Energy utilization in Agriculture*. pp. 9-14 y 15-21. CRC Press Boca Raton.

FERNÁNDEZ, J. (2000). Presente y futuro de la biomasa como fuente de energía. En *ENERNOVA 2000* (Mayo 2000)

FERREIRA, J., RED COOPERATIVA EUROPEA DE INVESTIGACIÓN DEL OLIVO, FAO-INIA (1986). Los nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. En *Olea* nº 17. Dic 1986.

GIL, J.A. (coord.) (1992). *Conferencias. Gestión de la Mecanización Agraria en Córdoba.* Universidad de Córdoba. Instituto de Ciencias de la Educación O.T.R.I.

GREEN, M.B. (1987). Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use. En Z.R. Helsel (ed.) *Energy in Plant Nutrition and Pest Control.* Elsevier, Amsterdam, pp. 165-177.

GUERRERO, A. (1991). *Nueva Olivicultura.* Ediciones Mundi-Prensa.

GUZMÁN CASADO, G.I. (2001). *El potencial del olivar ecológico como motor de desarrollo rural y su adaptación a la provincia de Granada. Primer informe anual.* Excma. Diputación de Granada.

LACASTA, C., R. MECO (2000). Costes energéticos y económicos de agroecosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. En *IV Congreso Sociedad Española de Agricultura Ecológica*. Córdoba.

LEACH, G. (1976). *Energy and food production.* IPC Science and Technology Press, Guildford, Survey, Reino Unido.

LORING, J. (1989). *Costes agrarios en la provincia de Sevilla*. Caja Provincial de Ahorros San Fernando de Sevilla. Sevilla.

LUQUE PINILLA, J.M. (1998). *La Reforma de la OCM del Aceite de Oliva*. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Córdoba (sin publicar).

MATAIX VERDÚ, J., M. MAÑAS ALMENDROS (1998). *Tablas de composición de alimentos españoles*. Universidad de Granada. Granada.

NAREDO J.M., P. CAMPOS (1980). La energía en los sistemas agrarios. En *Agricultura y Sociedad*, Vol 15, pp: 257-291.

ROSELLÓ-OLTRA, J., A. DOMÍNGUEZ-GENTO (2000). Comparación del balance energético y de los costos económicos en cítricos y hortícolas valencianas en cultivo ecológico y convencional. *IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica.* Córdoba. En prensa.

Viabilidad del cultivo del almendro en agricultura convencional y ecológica en el campo de Cartagena (Murcia)

JOSEFINA CONTRERAS, JUAN JOSÉ MARTÍNEZ, Mª JOSÉ BAÑOS[1]

[1] Dpto. Producción Agraria. Área de Producción Vegetal. E.T.S.I.Agronómica. UPCT. Paseo Alfonso XIII, s/n 30203 Cartagena (Murcia)

RESUMEN

Se compara la viabilidad del cultivo de almendras entre una parcela de agricultura convencional y otra ecológica situadas en el Campo de Cartagena (Murcia). Los resultados muestran el cultivo ecológico del almendro como una alternativa a la agricultura convencional, ofreciendo una salida a terrenos con escasos recursos hídricos y permitiendo mantener variedades tradicionales.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del almendro es en el Campo de Cartagena, y por extensión en toda la región de Murcia, un cultivo con gran arraigo y tradición, pero desgraciadamente tiende a la marginalidad debido a la escasa renta que genera, unido a los costes de manutención que no son compensados tras la recolección.

Tan sólo el 10% del almendro en España se cultiva en régimen de regadío y el material vegetal utilizado en ocasiones no es adecuado. Si se compara con el modelo americano, se puede observar cómo éstos se benefician claramente de los precios del agua, productos energéticos, etc., del orden del 25% más baratos que los nuestros, además del coste medio de la recolección, que es la sexta parte de los que cuesta en España.

Todo esto dificulta el poder competir en el mercado de la almendra especialmente con USA debido a sus bajos precios, pero si se puede aprovechar la creciente demanda de productos sanos elaborados de manera artesanal y conservando todos sus elementos esenciales, que surge y cada vez tiene mayor repercusión en el mercado extranjero. En este sentido, la agricultura ecológica, bajo premisas de una correcta gestión del suelo y de los insumos disponibles, garantiza la inocuidad para los consumidores y el respeto al entorno del cultivo, de acuerdo a los reglamentos establecidos, y bajo la supervisión de los Organismos competentes.

Puesto que el Campo de Cartagena posee una extensión considerable dedicada a este cultivo, con variedades locales y una pluviometría escasa y poca rentabilidad, se planteó comprobar la viabilidad de una parcela en régimen de producción ecológica con el objetivo de demostrar que el cultivo ecológico es una opción para el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se han elegido dos parcelas cultivadas con almendros de variedades autóctonas: Mollar de Cartagena, Fina del Alto, Ramillete y Colorada; una de ellas es de secano y sigue las técnicas de producción ecológica, mientras que la otra es de regadío y se utilizan las técnicas de cultivo tradicionales.

Las parcelas experimentales se encuentran cercanas la pedanía de «La Aljorra», del término municipal de Cartagena, en las estribaciones de la Sierra de Los Gómez, en concreto al sur de la Sierra. Es una zona de cultivo tradicional de almendro en secano, en situaciones de pendientes y suelos muy variadas. En general, se podría hablar de terrenos marginales debido a la escasez de renta que generan. La situación de semiabandono que se da en el área en cuestión, está provocando en determinadas fincas importantes problemas de erosión, sobre todo en aquellas abancaladas. La renta ganadera y cinegética es muy escasa.

La parcela ecológica tiene una superficie de 20,4 ha, de las cuales 15,9 ha, son 1.450 almendros de secano reconvertidos a ecológicos en 1999 y el resto pertenece a pastos y pinar maderable. Su topografía es de tipo abancalada y en pendiente orientada al sur.

En cuanto al material vegetal, se trata de variedades locales: Colorada, Fina del Alto, Mollar de Cartagena y Ramillete. Exceptuando las variedades más jóvenes de la parcela que son Ramillete y Cartagenera, que tienen de 8 años, las otras tienen más de 30 años. El marco del plantación es irregular para las variedades más viejas y de 7x7 para las más jóvenes.

La parcela convencional comprende una superficie total de 20 ha (incluyendo casa y corrales) de las cuales 18 ha están dedicadas al cultivo del almendro. Aunque ha sido tradicionalmente de secano, a partir del año 1999 se instaló un cabezal de riego por goteo, que se utiliza para riegos de socorro, emergencia.

Topográficamente, la parcela tiene mayor pendiente que la anterior, pero un correcto abancalamiento dónde el cultivo de lleva a cabo sin problemas de mecanización y los problemas de erosión no suelen ser importantes.

Las variedades son Mollar de Cartagena, Fina del Alto. Los árboles tienen aproximadamente 15 años y están plantados a marco 6 x 6 m.

Ambas parcelas son labradas con cultivadores 2 ó 3 veces al año, en función de las lluvias. La campaña 2000-2001, en la que se realizó este trabajo, se produjeron lluvias de baja intensidad en otoño a finales de octubre, y algo más intensas a mediados de abril, por lo tanto se dieron dos pases con el cultivador.

La poda se realizó con el objetivo de sanear el árbol a primeros de noviembre. Se realizó una poda suave eliminando ramas secas, pollizos y brotes no válidos.

En la parcela ecológica se aplicaron 2 kg por árbol de estiércoles de fermentación controlada, compost comercializado con el nombre de Ecofem, en otoño. En el mes de enero, justo antes de la floración, se aplicó un tratamiento de aceite y cobre, a razón de 10 litros de aceite por cada 7 kg de Cu en 1000 l de agua. En primavera, a finales de marzo principios de abril, se dio una aplicación de piretroides y después 2 aplicaciones con jabón potásico a primeros y a finales de mayo, tratando puntualmente los árboles afectados por pulgón.

En la parcela convencional los abonos utilizados tradicionalmente son compuestos. En la última campaña se empleó 8-24-8 (N- P –K) a razón de 0,5 kg por árbol, coincidiendo con la época de lluvias otoñales (finales de octubre). La poda fue un poco más intensa que en la realizada en la parcela ecológica, también se hizo en noviembre con el objetivo de sanear el árbol. En cuanto a riegos, se aplicaron los riegos 2 m^3 árbol dosificados en dos semanas durante la primavera.

Para combatir plagas se aplicó Afithion a razón de 2 l/1000 l de agua, en primavera a principios de abril, para el pulgón y en verano se dieron dos tratamientos, a principios de junio y la primera semana de julio, para combatir el tigre del almendro, con dimetoato a razón de 1 l/1000 l de agua. A ambos tratamientos se les añadieron 2,5 litros de mojante líquido. En el caso de las enfermedades, se aplicaron 3 kg de Tiram (Thiram 80 GD) en 1000 l de agua, dos veces en primavera, para prevenir el ataque de hongos patógenos. Se utilizaron entre 2 y 3 litros de caldo por árbol.

Tras diversas visitas a las parcela desde el mes de Noviembre hasta mediados de febrero, se delimitó una subparcela que en la parcela ecológica que comprendía cinco bancales con aproximadamente 250 árboles, de los cuales se escogieron al azar un total de 30 árboles, 10 Mollar de Cartagena, 10 Fina del Alto y 10 Ramillete.

En la convencional la subparcela comprendía cinco bancales con 262 almendros, de los cuales al azar fueron escogidos 20 árboles, 10 Mollar de Cartagena y 10 Fina del Alto.

A principios de junio se recolectaron los frutos de forma manual con ayuda de mallas en el suelo y un mazo de goma. La producción de cada árbol se pesó separadamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción

En la Tabla I se muestra la producción media y la desviación típica de cada variedad en las dos parcelas estudiadas.

Se puede observar que la producción fue muy variable entre árboles, sobre todo para las variedades Mollar de Cartagena y Ramillete, en la parcela ecológica. En el caso de la variedad Mollar hubo algunos árboles que apenas tuvieron producción, y esto pudo deberse, a que también fueron los árboles más afectados por plagas y enfermedades durante la campaña 2000-2001 y a que el año anterior, tuvieron un fuerte ataque de pulgón y tigre y se defoliaron totalmente; por otra parte pudieron presentar vecería, ya que el año anterior la producción fue mayor.

Los árboles de la variedad Ramillete de la parcela ecológica apenas tuvieron producción, porque sólo hacía dos años que estaban injertados.

Tabla I. Producción media (kg/árbol) y desviación típica de las distintas variedades observadas en las parcelas ecológica y convencional

Variedad	Parcela ecológica Producción media (kg/árbol) ± desviación típica	Parcela convencional Producción media (kg/árbol) ± desviación típica
Mollar de Cartagena	0,793+0,506	3,491+2,163
Fina del Alto	1,680+0,899	3,596+2,187
Ramillete	0,618+0,462	
Media	1,030+0,484	3,544+2,177

La producción media fue superior en la parcela convencional, del orden de 3,4 veces mayor que en la parcela ecológica. La menor incidencia de plagas y enfermedades en la parcela convencional a lo largo de las distintas campañas y el efecto de los riegos de socorro efectuados en la misma, pudo ser la causa de los valores de producción obtenidos. A esto hay que unir el que los árboles de esta parcela eran más jóvenes. El que los árboles de la parcela convencional no sufran estrés hídrico, lleven un abonado adecuado y que la incidencia de plagas y enfermedades no sea elevada, hace que la característica de vecería de la variedad Mollar, se ponga menos en evidencia en la parcela convencional.

No hubo diferencias de producción entre las variedades de la parcela convencional. Sin embargo, en la parcela ecológica la producción de Fina del Alto fue significativamente mayor que la de Mollar, porque las plagas y enfermedades incidieron mas en esta variedad.

La producción de Fina del Alto no difiere significativamente entre una y otra parcela aunque sea mayor en la parcela convencional. Las plagas y enfermedades afectaron con mayor gravedad a esta variedad en la parcela ecológica, además de que los árboles sufrieron la falta de agua por las pocas precipitaciones que se produjeron durante la campaña considerada.

Viabilidad

Para el estudio comparativo de la viabilidad económica de las parcelas estudiadas, se supone que los gastos de mantenimiento del cultivo (podas, aplicación de tratamientos fitosanitarios, recolección y otras labores) son los mismos en las dos parcelas. Igual ocurre con los gastos de contribución y mantenimiento de la maquinaria. Por ese motivo no se tienen en cuenta para realizar la comparación.

Sin embargo, difieren los gastos de abono, agua, productos fitosanitarios y de la puesta en marcha de las instalaciones. También habrá diferencias en los cobros por subvenciones y venta de la producción.

A continuación se detallan los cobros y gastos calculados por hectárea en cada una de las parcelas.

Parcela ecológica

Gastos

Abonado: 2 kg de estiércol/árbol x 232 árboles/ha x 0,17 €/kg = 77,58 €/ha

Tratamientos fitosanitarios:

Piretrinas + jabón potásico = 14,12 €

Cobre = 7 kg x 2,04 €/kg 14,30 €

Aceite de parafina 0 10 l x 4,63 €/l = 46,25 €

Total tratamientos fitosanitarios = 74,71 €

Total gastos: 152,29 €/ha

Cobros

Subvención: 210,35 €/ha

Venta de almendra (cáscara): 1,03 kg/árbol x 238 árboles/ha x 0,99* €/kg = 243,19 €/ha

- Precio de venta en Cooperativa de la Región de Murcia de Agricultura Ecológica

Total cobros: 453,55€/ha

Beneficios: 301,26 €/ha

Parcela convencional

Gastos
Abonado (8-24-8) = 0,5 kg/árbol x 277 árboles/ha x 0,23 €/kg = 31,66 €/ha
Riego = 2 m^3/árbol x 277 árboles/ha x 0,16 €/m^3 ** = 86,574 €/ha
Tratamientos fitosanitarios (Dimetoato, Afithión y Tiram) = 48,08 €/ha
Total gastos ordinarios: 166,1 €
** Precio agua del trasvase

Gastos extraordinarios (de puesta en marcha de la instalación de riego):
Equipo de bombeo para 18 ha (vida útil 10 años) 1442 €/18 ha = 80,11 €/ha
Tuberías (vida útil 10 años) = 901,52 €
Total gastos extraordinarios = 981,65 € /10 años = 98,16 €/ha.año

Total gastos: 264,42 €/ha

Cobros
Venta de la almendra (cáscara) 3,54 kg/árbol x 277 árboles X 0,60 ***€/kg = 589,34 €/ha
*** Precio de venta en la campaña 2000/2001

Total cobros: 589,34 €

Beneficios: 324,93 €/ha

En las dos parcelas los benéficos que se consiguen son muy parecidos, algo superiores al convencional, pero bajos en ambos casos.

Los gastos ordinarios son prácticamente iguales en las dos parcelas, pero los gastos extraordinarios de puesta en marcha de la instalación de riego amortizables a 10 años, hacen subir los costos de la parcela convencional que no son compensados por la mayor producción de ésta.

En la parcela ecológica la menor producción de almendra se ve compensada con un mayor precio de venta de la agricultura ecológica (un 60% mas) y la subvención obtenida en la campaña considerada. Según la política de subvenciones de la agricultura ecológica éstas se eliminan pasados cinco años desde su conversión, por lo que los benéficos disminuirán si no se compensa con un mayor producción y un mayor precio de venta.

CONCLUSIÓN

El cultivo ecológico de almendro en la Región de Murcia, se puede considerar una alternativa a la agricultura convencional en seria competencia con los frutos americanos, puesto que se

obtienen unos beneficios parecidos y se puede ofrecer un producto de calidad «producto sano», que en la fase de producción no provoca contaminación del medio ambiente. El cultivo del almendro con estas características ofrece una salida a terrenos marginales con escasos recursos hídricos y permite mantener variedades tradicionales que son habitualmente poco productivas.

Serían necesarios estudios más completos y detallados para comprobar la viabilidad de estas técnicas en diversas parcelas con diferente casuística en cuanto a características del suelo, variedades, climatología, régimen hídrico, etc. En concreto de este trabajo se deduce la necesidad de abordar cuestiones tales como la adaptación de distintas variedades a las técnicas de la agricultura ecológica (caso de la variedad Mollar de Cartagena), también delimitar el efecto de los productos naturales permitidos en agricultura ecológica sobre las plagas y la fauna auxiliar y por último cómo afecta a la producción el desequilibrio provocado por estas plagas la falta de agua y la fertilización con productos naturales, a lo largo del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

DE LIÑÁN, C. (2000). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas S.L. 668pp.

LABRADOR, J.; REYES, J.L. (1993). Guía de productos utilizados en Agricultura Ecológica. Sección de Producción Agraria. Junta de Extremadura

MUNCHRAZ POU, M. (1995). La producción de almendras en Califomia y España. Estudio comparativo. Fruticultura Profesional 68, 5-16

VARGAS, F. (1999) Situación del almendro en los países mediterráneos. Fruticultura Profesional 1104, 31-41.

Evaluación de poblaciones naturales de gramíneas silvestres para el establecimiento de cubiertas vegetales en olivar

P. GARCÍA[1], C. CASANOVA[2] y C. SOLER[2]

[1] Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA). Finca «El Encín», Apdo. 17, 28800 Alcalá de Henares (Madrid).
[2] Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Finca «La Canaleja», Apdo. 1100, 28800 Alcalá de Henares (Madrid).

RESUMEN

Entre las diversas tecnologías que se están aplicando para reducir la erosión de los suelos agrarios, el uso de las cubiertas vegetales es, sin duda, una opción muy importante en el conjunto de las medidas agro-ambientales actualmente en desarrollo. La no dependencia de insumos externos es un componente fundamental en el desarrollo de sistemas agrarios sostenibles y, en este sentido, la evaluación de especies autóctonas de gramíneas silvestres para su utilización como cubiertas vegetales, es de gran interés para la sostenibilidad de estos sistemas.

En este trabajo se presenta un ensayo experimental, llevado a cabo en un olivar localizado en Linares (Jaén), con el objetivo de evaluar distintas especies de gramíneas silvestres que pueden ser aptas para su utilización como cubiertas vegetales, mediante unas condiciones de mantenimiento que causen el mínimo impacto ambiental.

Los datos obtenidos de la evaluación en el primer año de ensayo reflejan diferencias significativas en cuanto a producción de biomasa y capacidad de rebrote entre las distintas especies, y junto con la fenología de las mismas se discute la adecuación de este material silvestre para ser utilizado en cubiertas vegetales.

INTRODUCCIÓN

Las cubiertas de especies cultivadas (cebada, trigo, centeno) presentan la desventaja de requerir un laboreo para el enterrado de las semillas, y de un cierto abonado nitrogenado para ayudar al establecimiento del cultivo y siega química que, evite el rebrote de cubiertas y por consiguiente, el alargamiento del período de competición por agua y nutrientes con el árbol (CASTRO y PASTOR, 1994). La utilización de cubiertas de leguminosas presentan un establecimiento más lento, compiten peor con las malas hierbas y consumen más agua que los cereales. Una vez segadas, su rastrojo es poco persistente, por lo que el suelo puede quedar desprotegido (PASTOR y CASTRO, 1997).

La utilización de cubiertas de especies silvestres de gramíneas anuales presentan como ventaja, dada su rusticidad, pocos requerimientos de agua, se desarrollan con rapidez y completan su ciclo vegetativo antes de finalizar la primavera. Por otra parte, dada su capacidad de producir semillas y dispersarse, puede mantener la cubierta sin necesidad de introducir ningún tipo de laboreo. Para la utilización de este tipo de cubierta Saavedra y Pastor (1995) proponen seleccionar determinadas especies vegetales de las que están presentes en plantaciones de olivar (*Lolium rigidum, Hordeum murinum, Bromus* sp.) mediante la aplicación de diversos herbicidas de hoja ancha. Así mismo proponen la terminación de la cubierta mediante siega química, dejando una pequeña franja central para autosiembra.

Un inconveniente en la utilización de gramíneas espontáneas que se encuentran en los olivares, aunque son formas silvestres, es que se establecen en las tierras en las que se hacen dependientes de las condiciones de cultivo, por lo que sus requerimientos en fertilización, agua, etc., no deben ser bajos. Sin embargo, las poblaciones naturales de especies silvestres, recolectadas en su hábitat natural, propias de suelos pobres, han puesto de manifiesto su rusticidad y tolerancia a condiciones estresantes (GÓMEZ y col., 1999, NIETO y col., 2000).

La recolección y posterior evaluación de una amplia colección de poblaciones naturales de gramíneas silvestres españolas, fundamentalmente anuales (RUIZ y SOLER, 1997; SOLER y col., 1997, MONTE y col., 1999) ha permitido seleccionar una serie de poblaciones que por sus características de rusticidad y ciclo vegetativo pueden ser idóneas para ser utilizadas como cubiertas en olivar, con unas condiciones de mantenimiento que causen el mínimo impacto ambiental.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del establecimiento de cubiertas en olivar, en 15 poblaciones naturales correspondientes a las especies de *Aegilops ovata* L. *Ae. triuncialis* L., *Ae. ventricosa,* Tausch, *Hordeum marinum* Huds, *H. Hystrix* Roth, *Bromus hordeaceus* L., *Bromus madritensis* L., *Cynosurus elegans* Desf. y *Brachypodium distachyon* (L.) Beauv.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la finca «Valdecastro» de Linares (Jaén) (Altitud: 550 m., Longitud 38º 07' 45'', Latitud: 3º 34' 45''), en olivar cv. Picual con marco de plantación de 5 x 8 m. Se empleó un diseño estadístico de bloques al azar con tres repeticiones, con parcelas elementales de 4x4 m.

Se sembraron 15 poblaciones naturales recolectadas en distintas localidades (Tabla I) y previamente evaluadas y seleccionadas por su fenología, altura y producción. La siembra se efectuó a principios de Diciembre de 2000, sobre suelo compactado, a voleo y sin enterrar la semilla. La dosis de semilla empleada fue para todos los casos de 250 granos/m^2.

En cada parcela elemental se tomaron dos muestras de biomasa en marcos de 15 x 50 cm, en marzo de 2001, mayo de 2001 y junio de 2001. Después del segundo muestreo, una vez finalizado el período de floración, se llevó a cabo una siega mecánica, y se evaluó la capacidad de rebrote de estos materiales en Junio. Los datos de floración se tomaron cuando las parcelas presentaron el 50% de espigado, y la altura de las plantas se tomaron al final del período de floración. Las parcelas se mantuvieron a lo largo de su período vegetativo, hasta la madurez, permitiendo su multiplicación y posterior autosiembra en otoño.

Con los datos obtenidos en los distintos muestreos, se realizó un análisis de varianza y pruebas de separación de medias utilizando el programa SPSS.

Tabla I. Localidades de recolección de las poblaciones de gramíneas silvestres

Especie	Pob.	Localidad	Provincia
Aegilops ovata L.	Pb 057	Constantina	Sevilla
Aegilops triuncialis L.	Pb 078	San Pedro de Alcántara	Málaga
Aegilops ventricosa Tausch	Pb 098	Puebla de Don Fadrique	Granada
Brachypodium distachyon (L.) Beauv.	Pb 129	Moclin	Granada
Brachypodium distachyon (L.) Beauv.	Pb 137	Valdepeñas de Jaén	Jaén
Brachypodium distachyon (L.) Beauv.	Pb 176	Pedroches	Córdoba
Bromus hordeaceus L.	Pb 110	Alcaraz	Albacete
Bromus hordeaceus L.	Pb 131	Los Claveles	Jaén
Bromus hordeaceus L.	Pb 140	Pozoblanco	Córdoba
Bromus madritensis L.	Pb 105	Osa de la Vega	Cuenca
Bromus madritensis L.	Pb 126	Valdepeñas de Jaén	Jaén
Cynosurus elegans Desf.	Pb 152	Pedroches	Córdoba
Hordeum hystrix Roth	Pb 450	Niharro	Ávila
Hordeum marinum Huds	Pb 406	Mar de Ontigola	Toledo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos climatológicos (Tabla II) suministrados por el Observatorio metereológico de Jaén (media de 20 años), se observa que en esta zona, más del 70% de las lluvias totales se producen en el período octubre-marzo, coincidiendo con el mayor número medio de días de tormenta. Esto implica optar por tipos de cubierta que cumplan con más de un requisito: que detengan la erosión del suelo, que se adapten a las condiciones agroclimáticas de la zona y que puedan ser a la vez económicas y fácilmente manejables.

Tabla II. Valores climatológicos medios (T= Temperatura media mensual/anual (ºC), P= Precipitación mensual/anual media (mm), H= Humedad relativa media (%), DT= Número medio mensual/anual de días de tormenta) en el Instituto de Jaén.
Altitud (m): 510 Latitud 37º 46' 40" Longitud: 3º 47' 17"

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T	8,7	9,9	12,1	14,4	18,7	23,2	27,2	27,1	23,4	17,5	12,1	8,7	16,9
P	74	78	62	56	44	24	4	7	29	48	61	72	558
H	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77	63
DT	0,1	0,4	0,5	1,1	1,6	2,4	0,8	1,2	1,7	0,3	0,2	0,1	10,4

En la Tabla III se muestran los resultados de altura, espigado y biomasa realizada en tres fechas en las 15 poblaciones analizadas. Para el carácter altura, los valores mínimos los presentaron *H. hystrix*, *H. marinum*, *Ae. ovata* y *C. elegans*, mientras que los valores máximos están en todas las poblaciones de *B. hordeaceus* y en la población 126 de *B. madritensis*. En cuanto al es-

tado fenológico de estos materiales, las especies más precoces fueron *Ae. ventricosa, B. madritensis* y *H. hystrix,* y las más tardías las poblaciones de *B. distachyon* y *B. hordeaceus.*

Tabla III. Altura, espigado y materia seca en 15 poblaciones naturales de gramíneas silvestres. (Medias seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5% según el test de LSD)

POBLACIONES	Altura (cm)	Espigado (días)	Biomasa (gr/m^2) 07-Marzo-01	Biomasa (gr/m^2) 08-Mayo-01	Biomasa (gr/m^2) 07-Junio-01
Aegilops ovata	23	158	634,8^{ab}	1009,3^{ab}	455,5^{cd}
Aegilops triuncialis	31	160	718,5^{a}	1081,2^{a}	786,9^{a}
Aegilops ventricosa	36	151	556,9^{abc}	1052,4^{a}	746,4^{ab}
Brachypodium distachyon Pb129	40	165	377,5^{bcd}	480,1^{cde}	510,0^{cd}
Brachypodium distachyon Pb137	45	168	300,0^{cd}	759,6^{abcd}	562,5^{abcd}
Brachypodium distachyon Pb176	45	170	415,7^{bcd}	761,8^{abcd}	544,0^{bcd}
Bromus hordeaceus Pb 110	52	170	412,0^{bcd}	809,4^{abc}	451,7^{cd}
Bromus hordeaceus Pb 131	56	175	423,1^{bcd}	836,1^{abc}	619,0^{abcd}
Bromus hordeaceus Pb 140	60	173	421,2^{bcd}	859,0^{abc}	629,0^{abc}
Bromus madritensis Pb 105	31	155	492,3^{abcd}	818,7^{abc}	553,2^{bcd}
Bromus madritensis Pb 126	54	151	532,6^{abc}	621,6^{bcde}	488,5^{cd}
Bromus madritensis Pb 126P	44	151	418,6^{bcd}	398,7^{d}	388,8^{d}
Cynosurus elegans	23	165	250,3^{d}	306,4^{e}	431,9^{cd}
Hordeum hystrix	22	155	533,3^{abc}	971,8^{ab}	500,2^{cd}
Hordeum marinum	25	160	511,8^{abc}	862,9^{abc}	565,4^{abcd}

En cuanto a la producción de biomasa, en el primer muestreo se observan diferencias significativas en el ensayo (F=3,19**, p<0,01), con mayor biomasa en las tres especies de *Aegilops*, en el género *Hordeum* y en las poblaciones Pb-105 y Pb-126 de *B. madritensis*. La menor producción la presentaron *C. elegans* y las Pb-129 y Pb-137 de *B. distachyon*. Esta tendencia se sigue observando en el segundo muestreo, efectuado, cuando todos los materiales están al 100% de espigado. En este muestreo, también aparecen diferencias significativas en el ensayo (F=4,97**, p<0,01), siendo las especies del género *Aegilops*, *Hordeum* las más productivas, aunque no muestran diferencias significativas con las poblaciones de *B. hordeaceus.* En este caso, también *C. elegans* y *B. distachyon* Pb-129, fueron las que presentaron los valores más bajos.

Con el fin de evaluar la capacidad de rebrote de estas especies, una vez realizada la siega mecánica, en el tercer muestreo (F=3,37**, p<0,01) se observó que las especies más productivas siguen siendo *Ae. triuncialis* y *Ae. ventricosa,* pero *Ae. ovata* mostró unos valores medios bajos y significativamente diferentes al 5%, con respecto a las dos anteriores. Así mismo, las poblaciones de *B. hordaceus* Pb-131 y Pb-140, y *H. marinum,* presentaron valores altos en materia seca, y significativamente no diferentes a los de *Ae. triuncialis* y *Ae. ventricosa.*

El olivar es un cultivo de secano en el que el agua es el factor limitante de su producción. En esta situación, el mantenimiento de una cubierta vegetal debe hacerse con las suficientes restricciones como para evitar la competencia por el agua y nutrientes entre la cubierta y el cultivo (PASTOR y col., 1996). En este sentido y a la vista de nuestros resultados (Figura 1), cabe destacar que las especies que presentaron una mayor producción de biomasa en fechas en las que aún no se ha establecido la competencia del cultivo por el agua (07-Marzo-01), son: *Ae. triuncialis, Ae. ventricosa, Ae. ovata,* las especies del género *Hordeum* y la población 105 de *B. ma -*

dritensis. Todas ellas presentan a su vez una mayor precocidad en su floración, siendo por lo tanto su desarrollo más rápido. Teniendo en cuenta que se sembró el ensayo en fechas muy tardías, cabría destacar el comportamiento de las poblaciones de *B. hordeaceus*, que presentaron un considerable desarrollo en el segundo muestreo. Esta especie, con un ciclo vegetativo algo superior a las especies más productivas, podría ser idónea en siembras más tempranas.

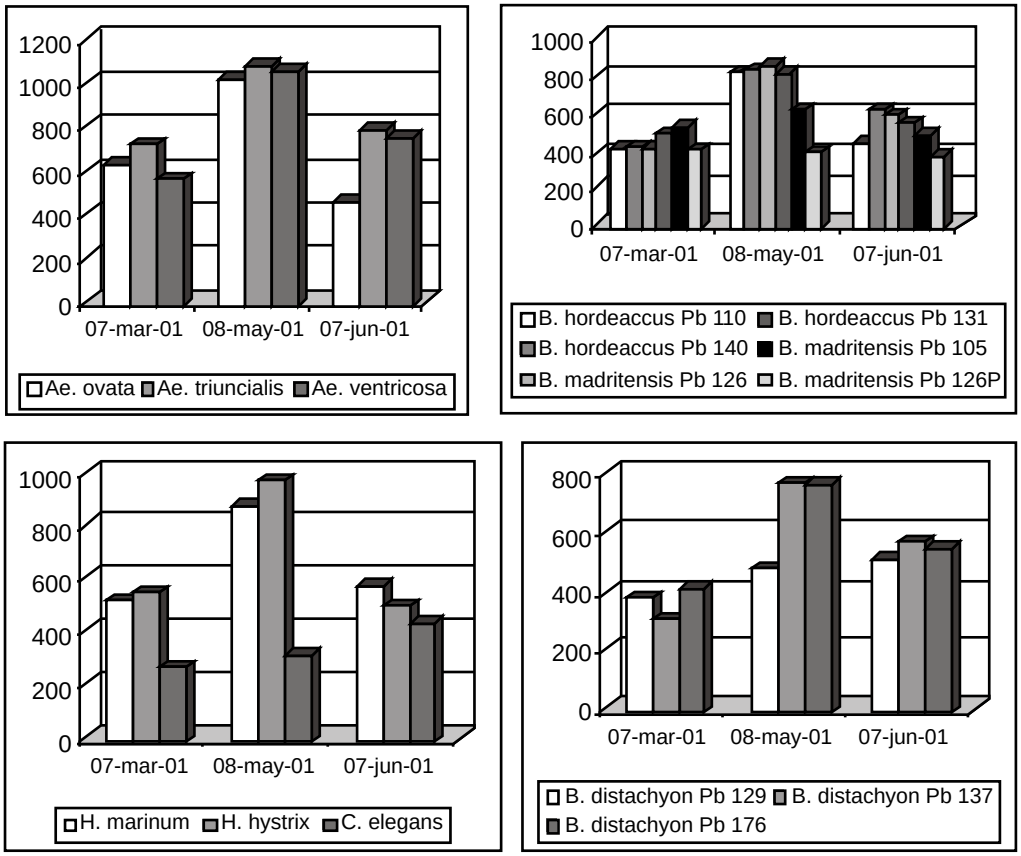


Figura 1. *Valores medios de producción de biomasa (g/m²) en gramíneas silvestres*

La siega de la cubierta vegetal tiene por objeto interrumpir su ciclo vegetativo para evitar que compita por el agua y los nutrientes. La siega química evita el rebrote de las cubiertas, que se produce en la siega mecánica mediante desbrozadora. Sin embargo la selección de material rústico, capaz de mantenerse con pocos requerimientos, proporcionaría una menor competencia con el cultivo. En este sentido al analizar la capacidad de rebrote observado en el tercer muestreo, de entre las poblaciones que presentaron en los muestreos anteriores una buena producción, *B. hordeaceus* Pb 110 y *Ae. ovata* fueron los materiales que destacaron por su baja capacidad de rebrote. Tratándose de una época del año en que comienza el déficit hídrico en el suelo, estos materiales podrían resultar idóneos a la hora de mantener una cubierta viva y poco competitiva con el cultivo.

En zonas semiáridas de la Península, la no muy abundante pluviometría junto a las bajas temperaturas del invierno dificultan la instalación de una cubierta vegetal. Por esta razón, el conocimiento de especies autóctonas es de enorme interés para poder ser utilizadas en relación a la sostenibilidad de estos sistemas. Teniendo en cuenta que el tiempo de experiencia en este trabajo es insuficiente para obtener resultados concluyentes, en general, nuestros resultados pueden considerarse satisfactorios con respecto al establecimiento de cubiertas vegetales en determinadas gramíneas silvestres. Sin embargo en un futuro serán necesarios estudios más detallados con respecto a la evolución de la humedad superficial en el suelo, al tipo de manejo empleado en la cubierta, etc., y en definitiva a la influencia de estos factores en la producción final del olivar.

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO, J.; PASTOR, M. (1994). El empleo de una cubierta viva de cebada. Agricultura 746: 754-758.

GÓMEZ, P. J., DE LA CRUZ, M., RUIZ, J., MONTE, J. V., CASANOVA, C.; SOLER, C. (1999). Poblaciones españolas del género *Festuca*: caracterización y evaluación. II Congreso de la Sociedad Española de Genética, pp. 385.

MONTE, J. V., CASANOVA, C.; SOLER, C. (1999). Genetic variation in spanish populations of the genus *Aegilops* reveled by RAPDs. Agronomie 19: 419-427.

NIETO, R., CASANOVA, C.; SOLER, C. (2000). Evaluation and characterisation of a collection of wild Spanish populations of the genera *Elymus* and *Thynopyrum* using morphological and agronomical traits. Agronomie 20: 111-122.

PASTOR, M., CASTRO, J.; HUMANES, M. D. (1996). Criterios para la elección de sistemas de cultivo en el olivar. Serie Informaciones Técnicas 38/96. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

PASTOR, M.; CASTRO, J. (1997). Sistemas de manejo en olivar. En Agricultura de Conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos. Edita AELC/SV. Pág.: 289-308.

RUIZ-FERNÁNDEZ, J.; SOLER, C. (1997). Distribution and habitat of Spanish populations of the Subtribe Hordeinae; improves views following germplasm collecting activities. Genet. Res. Crop Evo. 44: 33-41.

SAAVEDRA, M.; PASTOR, M. (1995). Cobertura de especies gramíneas autóctonas en olivar: diseño de una técnica de implantación y manejo. Actas Congreso 1995 de La Sociedad Española de Malherbología. 175-180.

SOLER, C., RUIZ-FERNÁNDEZ, J., MONTE, J. V., DE BUSTOS, A.; JOUVE, N. (1997). The assesment of variability in Spanish populations of wild relatives of cereals. Bocconea 7: 107-119.

Evaluación de cubiertas de tréboles subterráneos y de vegetación residente encaminada hacia estrategias de manejo para establecer un viñedo ecológico

A. J. HERNÁNDEZ[1], J. PASTOR[2], N. PRIETO[2], C. LACASTA[3]

1 Dto. Interuniversitario de Ecología, sección de la Universidad de Alcalá. Facultad de Biología Campus Universidad de Alcalá (Madrid). E-mail: *anaj.hernandez@uah.es*
2 Dto. Biología Ambiental, Centro de Ciencias Medioambientales CSIC, Madrid. E-mail: *jpastor@ccma.csic.es*
3 Finca Experimental La Higueruela, CSIC. Sta. Olalla (Toledo)

RESUMEN

Se exponen los pasos metodológicos seguidos para la evaluación de cubiertas vegetales estables utilizadas (tréboles subterráneos y la flora adventicia que reside en el banco de semillas del suelo) utilizadas en un viñedo manchego (España) que durante seis años han sido contempladas como la primera parte de un proceso encaminado hacia la agricultura ecológica de este cultivo leñoso tradicional en el territorio. Los resultados comentados en relación a la cobertura alcanzada por estos tréboles, así como por cada una de las 84 especies que conforman la cubierta de vegetación residente, permiten plantear un manejo más realista de estas cubiertas con el fin de que no solo contribuyan eficazmente a disminuir la erosión o enriquecer el suelo, sino que resten poco al rendimiento productivo. Vistos en su totalidad los resultados obtenidos y en relación a otros manejos del sistema (laboreo tradicional y no-laboreo), se puede deducir que, para el empleo de cubiertas herbáceas en viñedos situados en territorios semiáridos de clima mediterráneo y con suelos ácidos, son importantes tanto la utilización de leguminosas anuales de semilla pequeña con capacidad de autosiembra, así como el establecimiento de cubiertas con la vegetación residente en el banco de semillas del suelo y de porte rastrero. Se hace necesario, no obstante que, al menos durante tres años, pueda conocerse el comportamiento de las mismas en las condiciones ambientales concretas del viñedo, a fin de poderlas manejar con más realismo.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de revisión acerca de los cultivos de cubiertas en viñedos californianos, realizado por Bugg (1995), presenta una evaluación de las mismas desde la ecología, recogiendo las cues-

tiones relativas a la dinámica de su implantación y mantenimiento, así como su papel en el reciclaje de nutrientes. El trabajo concluye diciendo que el conocimiento que se tiene acerca de las cuestiones señaladas es actualmente fragmentario. Nosotros hemos hecho una primera contribución en esta temática (HERNÁNDEZ y col., 2000), que intenta complementarse con el trabajo que ahora se presenta, cuyo principal objetivo es poder evaluar las cubiertas de tréboles subterráneos y las de las «malas hierbas» del viñedo en un ensayo experimental durante seis años. La finalidad de este estudio permitirá aproximarnos mejor a las estrategias de manejo de las mismas.

Los ensayos de cubiertas vegetales en viñedos realizados en un solo año, como el presentado por Zaragoza y Delgado (1996), no permiten obtener pautas claras en orden al manejo de estas cubiertas herbáceas, esencialmente por estar sujetas a las fluctuaciones climáticas anuales. Por otra parte, se ha dicho que los estudios de más de tres años en relación a las cubiertas de tréboles subterráneos, no son adecuados porque a partir de ese periodo de tiempo se establecen relaciones complejas entre dichas cubiertas, la vegetación residente y los insectos, con lo que se dificulta una evaluación de las mismas en orden a la fertilidad del suelo, la nutrición del cultivo leñoso y el uso del agua por parte del viñedo (HANNA y col., 1995; MAILLET y col. 2001), comentan que se deben hacer las evaluaciones entre diez y quince años con el fin de conocer bien el manejo de las «malas hierbas» en los viñedos franceses. David y col. (2001) en su evaluación de cubiertas permanentes entre líneas, opinan que durante siete años ya es posible observar lo que éstas influyen en la calidad final del vino, así como en el vigor de las cepas y la fertilidad del suelo.

Con todo, las cubiertas permanentes en viñedos es una técnica de conservación de suelos que tiende a desarrollarse cada vez más para preservar el medio ambiente. La competencia por el agua en la época de estío del clima mediterráneo implica ir conociendo por un lado, las especies autóctonas que mejor puedan responder a los factores ambientales del territorio donde se ubica el viñedo y, por otro, cómo saberlas manejar adecuadamente a fin de subsanar los impactos sobre la producción. Las cubiertas están consideradas como una técnica más avanzada que la cero labranza en general, dentro de la Agricultura de Conservación (CROVETTO, 2000)

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha venido realizando en un viñedo de la Finca Experimental «La Higueruela» (Toledo), donde se han dispuesto diferentes parcelas para el estudio de cubiertas estables de trébol subterráneo y de las «malas hierbas» espontáneas en el sistema y que, en adelante denominaremos vegetación residente. Las características generales del territorio se pueden ver en Hernández y col. (1997). El diseño experimental y los métodos analíticos se expone en Hemández y col. (2000). Con el fin de poder ser realistas en la utilización de las cubiertas vivas, se hace necesario compararlas con otras prácticas convencionales en el viñedo. Los sistemas de manejo se exponen en el Cuadro 1; así mismo en los Cuadros 2 y 3 se pueden observar las labores desarrolladas cada año en todo el experimento, con el fin de poder evaluar también los costes económicos de las mismas.

El efecto de todas las labores realizadas se ha expuesto en el trabajo citado anteriormente.

Para la exposición de los resultados de la evaluación de las cubiertas durante los seis años consecutivos del experimento, aplicaremos la metodología que se expone en Masera y col. (2000). De todos modos, dado el carácter metodológico de la evaluación, algunos aspectos correspondientes al apartado en que nos encontramos, serán expuestos en el de resultados.

Cuadro 1. Sistemas de manejo del suelo empleados

* Laboreo habitual en el territorio.- Realizado según usos y costumbres del agricultor de la zona, dejando el suelo libre de malas hierbas todo el año. El número de labores por año oscila, generalmente entre 4 y 6.
* No Laboreo con empleo de herbicidas
* No Laboreo con cubierta de «malas hierbas» o vegetación residente (en las que con el manejo se propicia el desarrollo de las especies espontáneas de porte rastrero).- El suelo permanece sin labrar dejando crecer libremente la hierba. Se utiliza la siega mecánica para realizar un corte a mediados de la primavera cada año.
* No Laboreo con cubierta de tréboles subterráneos realizada mediante una sola siembra con mezcla de cultivares de distinta precocidad (Nungarin, Daliak y Esperance).

Cuadro 2 . Labores que anualmente se han realizado en las parcelas con laboreo convencional

Enero-Febrero: Poda.
Febrero: Abonado nitrogenado (50 UFN/ha).
Marzo: Labores.
Abril-Mayo: Tratamiento fitosanitario contra oídio y mildium.
Abril: Nueva labor de cultivador.
Junio: Otra labor y tratamiento fitosanitario.
Septiembre: vendimia.

Cuadro 3 . Labores desarrolladas anualmente en las parcelas con cubiertas vegetales estables

Enero y Febrero:	Poda.
Marzo:	Poda y picado de los restos de poda. Labor de cultivador para eliminación de malas hierbas. Desbroce de parcelas con cubiertas vegetales. Tratamiento de herbicidas en las parcelas de no laboreo. Seguimiento del desarrollo de la vegetación residente y del *T.subte*.
Abril:	Labor de cultivador. Desbroce de las parcelas con cubiertas vegetales. Seguimiento del crecimiento de las diferentes especies.
Mayo:	Tratamiento con cobre y azufre para oidio y mildiu. Labor de cultivador. Desbroce de las parcelas con cubiertas vegetales. Seguimiento florístico.
Junio:	Labor de cultivador. Tratamiento con cobre y azufre para oidio y mildiu.
Julio:	Labor de cultivador.
Agosto:	Labor de cultivador para eliminación de eventuales nascencias de «malas hierbas» de verano.
Septiembre:	Vendimia. Toma de muestra para química y bioquímica del suelo.
Octubre, noviembre y diciembre:	Seguimiento de las cubiertas.

Nota: Todos los meses se ha realizado un seguimiento de la humedad del suelo de las diferentes parcelas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: PASOS METODOLÓGICOS EN LA EVALUACIÓN

1º paso - Definición del objetivo de la evaluación-. Aplicar diferentes criterios ecológicos a la evaluación de un proyecto de cubiertas vegetales estables en un viñedo del territorio manchego encaminado a la agricultura ecológica de este cultivo leñoso tradicional en el territorio. Los principios ecológicos en esta agricultura de secano se encaminan esencialmente hacia la conservación de nutrientes y agua por medio del aporte de las cubiertas utilizadas (ROWERS y MCSORLEY, 2001). La evaluación contempla en primer lugar estudiar si la mezcla de tréboles subterráneos sembrada al comienzo del experimento, sigue manteniéndose en los siguientes años por autosiembra en este sistema. Por otra parte, se ha pretendido conocer la respuesta del banco de semillas de las parcelas con cubiertas de vegetación residente o «malas hierbas». Un tercer aspecto estriba en poder diseñar una estrategia de manejo de estas cubiertas estables.

2º paso - Identificación de los puntos críticos del sistema -. Dos puntos críticos se evidenciaron en el diagnóstico del viñedo al comienzo de este proyecto: el binomio erosión del suelo-competencia por el agua con cubiertas vivas y los niveles bajísimos de materia orgánica en el suelo. La primera cuestión nos llevó a decidir el hecho de implantar cubiertas de especies herbáceas con ciclo fenológico corto a fin de no competir por el agua en el momento de máxima necesidad de ella para la vid así como la siega de las «malas hierbas» en la primavera. Del mismo modo, condujo a la incorporación de los restos de poda al sistema para remediar el segundo punto crítico. Uno de los mayores intereses de la agricultura ecológica es querer aumenta o mantener las tasas de materia orgánica en los suelos. Para ello se considera que el enterrado del sarmiento tiene como principal función la señalada (LEGASA, 1992), mientras que la aportación de N al suelo se debe a la fijación del mismo por las leguminosas. Por ello distintos autores (BARRALIS y col., 1983), apuestan por favorecer el compostaje natural en superficie tanto de los restos triturados de la cubierta vegetal, como de hojas y restos de poda. Esta cuestión nos sigue pareciendo interesante dado que en los viñedos de la zona de nuestro estudio, no se han encontrado mejoras en la producción de uva después de un tratamiento de fertilización con estiércol y K durante cinco años consecutivos, aspectos ampliamente comentados en Hernández y col. (2000).

3º paso - Selección de criterios de diagnóstico e indicadores-. La cobertura vegetal en todas las parcelas de los diferentes tratamientos como criterio de estimación de la no erosión del suelo; el comportamiento de la vegetación arvense en un suelo con más de 40 años permaneciendo labrado para conocer las posibilidades de manejo de la cubierta de vegetación residente; las medidas de la humedad en distintos niveles edáficos con el fin de estudiar la posible competencia por el agua de las cubiertas vivas; la fertilidad química del suelo mediante el análisis de los parámetros usuales así como la fertilidad bioquímica, no tan usual en la agricultura pero de especial interés por el significado de la dinámica del Carbono así como indicadora de la actividad biológica del suelo, han sido los principales criterios tenidos en cuenta.

4º paso -Medición y monitoreo de los indicadores- . El recubrimiento de la vegetación en las cubiertas estables se ha efectuado en primavera y otoño por ser dos momentos críticos relacionados con la posible erosión de los suelos desnudos en clima mediterráneo de tipo semiárido como es nuestro caso; por otra parte, estas fechas coinciden con los finales de los ciclos fenológicos de la mayoría de las especies arvenses del territorio (HERNÁNDEZ y col., 2002 b). Mensualmente se han tomado las medidas para la humedad del suelo en los niveles de 0-20, 20-40 y 40-60 cm del suelo en todas las parcelas de los diferentes tratamientos. Anualmente se han tomado muestras de la capa superficial del suelo (0-20 cm) para realizar los análisis de la fertili-

dad química. En el tiempo de desarrollo del proyecto se han efectuado en dos ocasiones (entre el tercero y cuarto año) los análisis de fertilidad bioquímica del suelo.

5º paso - Integración de resultados.-

a) Las cubiertas de tréboles subterráneos

Es suficientemente conocido que el trébol subterráneo está más adaptado a suelos ácidos, mientras que los Medicagos lo están a los básicos. Por el tipo de suelo donde se ubica el viñedo que estudiamos (pH de 5,4), la primera especie ha sido elegida por nosotros, además de poseer un amplio conocimiento acerca del comportamiento de los tréboles subterráneos en la Península Ibérica (PASTOR, 1976). En los viñedos californianos se utilizaron cubiertas de tréboles subterráneos hace más de 40 años (WILLIANS y ELLIOT, 1960), si bien esta técnica ha sido retomada en la década pasada en ese mismo territorio (MITCHELL y col., 1996), incluso manejándolas a la vez con cubiertas de vegetación residente en un mismo viñedo (INGELS y col., 1999).

La mezcla de los tres cultivares que fueron sembrados por nosotros al comienzo del primer año del proyecto (1996), dio unos resultados muy satisfactorios en la primavera siguiente (ver Tabla I). Un nº de 25 ejemplares recogidos al azar en cada una de las tres replicaciones del tratamiento al finalizar esa primavera, fueron estudiados en relación a la producción de frutos maduros. Una media de 17 frutos por ejemplar nos hizo predecir los buenos resultados que tendríamos en la autosiembra de esta especie que, lógicamente, se puso de manifiesto en la cobertura del suelo que alcanzó en las otoñadas (ver Tabla II).

Tabla I. Estimación de la Cobertura del Suelo

Parcelas con cubiertas vivas	**% de recubrimiento medio**					
	1997	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
Suelo desnudo en:						
Parcelas con vegetación residente	52	51	47	13	14	10
Parcelas con trébol subterráneo	14	5	5	9	15	14

Tabla II. Cobertura total media de plantas en otoño de 1998 y 1999

1998		1999	
Parcelas con tréboles subterráneos	Parcelas con vegetación residente	Parcelas con tréboles subterráneos	Parcelas con vegetación residente
89	25	80	83

Al finalizar la primavera del 2º año del ensayo, todos los surcos heredados del manejo tradicional, habían casi desaparecido de las parcelas con *T. subterraneum.* Nuestros resultados son análogos a los expuestos en el trabajo de Bugg (1995), en cuanto a que las cubiertas de tréboles subterráneos controlan la erosión y las «malas hierbas».Este últimos aspecto se puede deducir de los resultados expuestos en la Tabla III, así como de los comentarios expuestos en los apar-

tados siguientes. Además, los tréboles subterráneos han ido invadiendo las parcelas de los demás tratamientos, hasta alcanzar una media de 6% en las de labrado, 9% en las del labrado + sarmiento y de un 13% en las de vegetación residente.

Tabla III . Comparación de las especies más abundantes de la flora arvense en las parcelas con cubiertas vivas durante la primavera del 2º año del experimento (porcentajes medios)

Especies	Parcelas con vegetación residente	Parcelas con tréboles subterráneos
Diplotaxis catholica	12.2 ± 8.7	3.3 ± 2.6
Spergula pentandra	10.5 ± 3.3	3.3 ± 1.1
Cynodon dactylon	1.6 ± 1.1	0.6 ± 0.3
Cerastium glomeratum	4.2 ± 2.6	0.5 ± 0.0
Herniaria hirsuta	1.3 ± 1.1	3.7 ± 1.7
Leontodon taraxacoides	1.4 ± 0.7	0.0 ± 0.0
Anacyclus clavatus	3.9 ± 2.7	4.0 ± 1.0
Juncus bufonius	1.3 ± 2.2	0.0 ± 0.0

b) La vegetación residente

En la Tabla IV a y b se muestran las especies que han formado parte de las cubiertas con la vegetación residente. Un total de 84 especies es el balance de la biodiversidad de esta vegetación arvense que se ha conservado en el banco de semillas del suelo, riqueza superior a la que figura en el trabajo de Antón y Laborda (1991), para este mismo viñedo. Lógicamente, la sucesión ecológica y el tipo de manejo de esta vegetación arvense, repercute en el balance de la flora adventicia que se obtiene y que podemos resumir diciendo que se trata de 17 especies pertenecientes a las gramíneas, 11 de leguminosas y 56 correspondientes a otras familias botánicas. En relación a la abundancia de las mismas, debemos recordar que los inventarios expuestos son los realizados en cada primavera antes de ser segadas. Por esta razón, las coberturas de especies de verano, como *Cynodon dactylon,* o de otoño, como *Conyza canadensis, Amaranthus retroflexus, Portulaca oleracea y Pulicaria paludosa,* son más bajas en las épocas muestreadas de lo que en realidad les hubiese correspondido. Por el contrario, las especies más abundantes en invierno, como es el caso de *Diplotaxis católica,* se encuentran en el periodo más favorable.

Hay un dominio neto de especies anuales, así como de especies de compuestas y gramíneas. Ambas características están implicadas en la comprensión del beneficio de esta vegetación residente en relación a la conservación del suelo y a la dinámica del agua en el perfil edáfico. Así, el favorable entorno de los primeros 0-20 cm del suelo, hace que muchas semillas puedan permanecer casi en superficie y germinar con las primeras lluvias, con lo que disminuye el efecto erosivo y de lavado de nutrientes en las superficies con pendiente, como es el caso de este viñedo (de 1.9 a un 13%); por otra parte, la combinación de raíces axomorfas de las compuestas, tipología análoga a las raíces de los tréboles, con las fasciculares de las gramíneas, hace que tengamos una capa superficial adecuada para la dinámica del agua en esa capa superficial (véase al respecto la Tabla V). Ello corrobora el seguir manteniendo este tipo de cubiertas, tal como manifestábamos en el trabajo anterior (HERNÁNDEZ y col., 2000).

Tabla IV. a) Recubrimiento medio de gramíneas y leguminosas en las tres parcelas con la cubierta de vegetación residente.

	Recubrimiento %					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Gramíneas:						
Bromus diandrus Roth	0,5	-	1,0	1,5	1,5	0,5
Bromus hordeaceus L.	0,5	-	1,0	0,2	0,2	-
Bromus rubens L.	-	-	0,5	0,2	-	-
Bromus tectorum L.	0,5	0,5	2,0	2,0	2,0	1,6
Corynephorus fasciculatus Boiss et Reuter.	0,2	-	-	-	1,0	-
Cynodon dactylon (L.) Pers.	1,0	2,0	11,0	7,0	17,0	6,3
Hordeum murinum L.	0,5	-	1,0	0,5	6,5	-
Lolium rigidum Gaudin	0,5	0,2	1,0	0,2	1,0	-
Mibora minima	8,0	7,0	1,0	1.0	0.5	10
Phalaris minor	0,2	-	-	-	-	-
Poa annua	0,5	-	-	-	-	-
Taeniatherum caput-medusae (L.) Nevski	0,2	-	0,5	0,5	0,6	-
Trisetaria panacea	-	-	-	0,2	1,0	-
Vulpia myuros (L.) C.C. Gmelin	0,2	-	4,0	10,0	12,0	8,0
Vulpia bromoides	-	-	-	0,2	1,0	-
Avena barbata Pott ex Link	-	-	-	-	0,2	-
Bromus madritensis L.	-	-	-	-	0,2	-
Leguminosas:						
Biserrula pelecinus L.	-	-	-	-	1,5	1,0
Lathyrus angulatus L.	-	-	-	-	-	-
Lupinus angustifolius L.	1,0	0,5	-	0,5	1,2	0,5
Ornithopus compressus	-	0,2	0,2	2,0	5,0	17,0
Trifolium angustifolium L.	-	-	-	-	0,2	-
Trifolium arvense L.	0,5	0,2	3,0	18,0	17,0	11,6
Trifolium hirtum	-	0,2	0,5	2,0	0,5	1,3
Trifolium glomeratum L.	-	-	-	-	2,0	-
*Trifolium subterraneum**	-	14,0	12,0	13,0	5,0	9,0
Trifolium tomentosum L.	-	-	-	-	-	0,1
Vicia lutea L.	0,3	-	-	-	-	-
Vicia sativa L.	0,5	-	-	0,2	0,2	0,2

* Corresponde al trébol sembrado en las parcelas con ese tratamiento y que ha colonizado las de la vegetación residente

El predominio de la anuales y de compuestas y gramíneas en la flora del viñedo, es un resultado semejante a los expuestos por Barralisi y col. (1983) y, si no hay adicción de productos químicos puede no variar en muchos años (MAILLET y col., 2001).

Según el último trabajo citado, en el que se han inventariado las «malas hierbas» de nueve regiones vinícolas francesas, se muestra la coincidencia por parte de los agricultores de dicho país en cuanto a los taxones que consideran difíciles de eliminar con herbicidas. Se trata de vivaces como *Convolvulus arvensis* o anuales con germinación estival u otoñal (*Amaranthus y Conyza*). A la vista de los resultados expuestos en las Tablas III y IV, pensamos que los tréboles subterráneos pueden ejercer un control natural de algunas de estas especies, por lo que tendremos que seguir profundizando en este aspecto.

Tabla IV. b) Recubrimiento medio de especies de otras familias botánicas en las tres parcelas con cubierta de vegetación residente

	Recubrimiento %					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Allium sp. L.	-	0,3	-	0,2	-	-
Amaranthus retroflexus L.	0,3	-	-	-	-	-
Anagallis arvensis L.	0,2	-	-	0,2	-	-
Anacyclus clavatus (Desf.) Pers.	0,5	5,0	3,0	3,0	5	3,0
Andryala integrifolia L.	0,5	0,2	11,0	3,0	3,5	6,5
Anthemis arvensis L.	0,5	0,2	-	-	-	-
Andryala laxiflora DC.	0,2	0,2	0,2	-	2,0	1
Artemisia herba-alba Asso	0,2	-	-	-	-	-
Bellardia trixago (L.) All.	-	-	-	-	1,0	0,5
Campanula arvensis	0,2	-	-	-	0,2	-
Capsella bursa-pastoris (L.) Medicus	-	0,2	0,2	-	-	-
Carduus tenuiflorus Curtis	0,2	0,2	-	-	-	-
Chondrilla juncea L.	-	-	-	-	1,5	-
Cnicus benedictus L.	-	-	0,6	1,0	-	-
Conyza canadensis (L.) Cronq	0,3	-	-	1,0	-	-
Cerastium glomeratum Thuill	1,0	5,0	1,0	0,2	0,5	2,6
Calendula arvensis L.	-	-	0,2	-	-	0,2
Convolvulus arvensis L.	0,5	0,6	2,0	0,2	0,5	0,5
Crepis capillaris (L.) Wallr.	0,2	0,2	0,2	-	1,0	0,5
Crepis vesicaria L.	-	-	1,0	0,5	2,0	1,5
Diplotaxis catholica	2,0	7,0	2,0	0,5	0,2	1,6
Echium plantagineum L.	0,2	0,5	1,0	1,0	1,5	0,5
Erodium cicutarium (L.) L'Her	0,2	2,0	0,5	0,2	0,2	0,8
Filago pyramidata L.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hypochaeris glabra	0,2	1,0	3,0	-	-	-
Herniaria hirsuta L.	0,2	0,5	3,0	-	-	-
Lactuca serriola L.	0,2	0,5	0,5	0,2	-	-
Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat	0,2	2,0	2,0	12,0	1,5	19,0
Linaria spartea (L.) Chaz	1,0	0,5	0,5	-	1,0	1,0
Logfia arvensis	0,2	0,2	-	-	0,5	0,5
Logfia gallica	0,2	0,4	-	0,5	0,5	0,5
Lamium amplexicaule L.	0,2	-	0,2	-	-	1,0
Kochia scoparia (L.) Schrader	0,2	-	-	-	-	-
Muscari neglectum Guss et Ten	1,0	-	-	-	-	0,5
Myosotis ramosissima	0,2	-	-	-	-	-
Ornithogalum narbonense L.	0,2	0,5	-	-	-	0.2
Papaver rhoeas L.	0,2	-	-	-	-	-
Picnomon acarna (L.) Cass.	0,2	-	-	-	-	-
Pulicaria paludosa Link	0,5	-	-	-	-	-
Portulaca oleracea L.	0,4	-	-	-	-	-
Poligonun aviculare	0,4	-	-	-	-	-
Rumex bucephalophorus L.	0,5	0,5	0,5	5,0	4,0	3,0
Rumex pulcher L.	0,5	-	-	-	-	-
Silene colorata Poiret	-	0,5	0,5	-	-	0,5
Senecio vulgaris L.	1,0	0,5	-	-	-	-
Spergula arvensis L.	1,0	1,0	1,0	0,2	-	-
Spergula pentandra L.	3,0	9,0	-	-	-	-
Spergularia rubra (L.) J et C Presl.	3,0	1,0	5,0	1,0	2,0	1,0
Stellaria media (L.) Vill	3,0	-	-	-	-	-
Silybum marianum (L.) Gaertner	0,5	-	-	-	-	-
Sonchus asper (L.) Hill	-	0,4	0,2	-	-	-
Sonchus oleraceus L.	0,5	-	-	-	0,2	-
Tolpis barbata (L.) Gaertner	-	-	-	0,2	0,5	0,2
Veronica hederifolia	6,	0,4	-	-	-	-
Veronica triphyllos L.	1,0	1,0	-	-	-	-
Senecio jacobaea L.	-	-	-	0,5	-	-

Tabla V. Humedad (%) en los intervalos del suelo considerados a mediados de mayo.

	0-20	20-40	40-60
T. subterraneum	10.9	14.0	14.0
Vegetación residente	10.3	12.2	12.8
Labrado	7.5	12.7	14.8
Labrado + sarmiento	8.3	10.6	14.8

c) Papel de las cubiertas en el viñedo

El manejo realizado en este ensayo ha estado vinculado esencialmente al manejo de las cubiertas estables de trébol y de la flora adventicia, no solo en relación al mantenimiento de las mismas, sino también a su efecto sobre la fertilidad del suelo, al control de la erosión del mismo, así como al posible efecto de control de las «malas hierbas» mediante las cubiertas de tréboles subterráneos como acabamos de aludir. En la evaluación realizada al finalizar los tres primeros años, (HERNÁNDEZ y col., 2002 b), se observó ya la dificultad de manejar cubiertas herbáceas anuales en suelos arenosos y de ambientes semiáridos. No obstante, la información obtenida en relación a paliar los efectos erosivos mediante los ensayos efectuados en los primeros años de la implantación y los resultados expuestos en Hernández y col. (2000), nos permiten afirmar las cuestiones que señalamos a continuación:

* A partir de una sola siembra de la mezcla de los cultivares de *T. subterraneum*, esta especie ha logrado permanecer en el sistema. Por encontrarnos en suelos con muy poco N (Tabla VI), pensamos que las cubiertas con leguminosas son más favorecedoras en orden a la fertilidad de los mismos, frente a las de cereal en viñedos semejantes.

Tabla VI. Fertilidad química del suelo al comienzo y final del 5º año del experimento en los diferentes tratamientos.

PARCELAS	Parámetros químicos del suelo							
	M.O %		N %		P_2O_5 (mg/100g)		K (mg/100g)	
	1er año	5º año	1er año	5º año	1er año	5º año	1er año	5º año
Vegt. residente	0.53±0.1	0.63±0.2	0.019±0.004	0.033±0.02	2.7±0.4	1.8±0.6	13.0±2.1	12.8±1.2
Trébol subterr.	0.55±0.3	0.82±0.4	0.035±0.017	0.049±0.04	3.2±0.2	2.5±0.0	17.2±4.0	16.3±1.5
Labrado	0.59±0.1	0.51±0.1	0.034±0.012	0.027±0.01	2.7±0.4	2.5±0.5	13.2±1.0	12.7±3.0
Labrado+Sarm	0.65±0.1	0.50±0.3	0.024±0.019	0.021±0.01	2.8±0.6	2.8±1.4	15.0±2.8	13,7±2.7
No labrado	0.33±0.1	0.37±0.0	0.024±0.008	0.020±0.00	2.8±0.2	3.2±0.3	14.6±1.6	13.7±3.0

* El manejo de la flora arvense requiere diferentes intervenciones de labor. Así, pensamos que las «malas hierbas» deberían cortarse en dos momentos del año y no solamente en uno, como lo veníamos haciendo. Ello es debido principalmente a que las abundancias de las es-

pecies residentes varía mucho respecto al ciclo fenológico. Así, un corte debería realizarse en febrero (para evitar la reproducción de *Diplotaxis catholica*, que resulta ser la especie con mayor recubrimiento) y otro al finalizar la primavera (para evitar la fructificación de *Anacyclus clavatus*, especialmente por ser la más competitiva respecto al agua en relación al cultivo leñoso).

* Indudablemente las cubiertas han tenido un efecto positivo en el control de la erosión (Tabla VII), pero ellas se comportan, a su vez, como factores que limitan la producción, principalmente en las de trébol (ver Tabla VIII). No obstante, la producción está sujeta a los incidentes de la climatología anual, como expusimos en Hemández y col. (2000). Además, como comentaremos a continuación, pensamos que un manejo diferente de estas cubiertas puede subsanar dicho impacto.

Tabla VII. Cobertura vegetal y de suelo desnudo en parcelas de cubiertas herbáceas durante la primavera del primero y sexto años estudiados

Cobertura media (%)	Parcelas con tréboles subterráneos		Parcelas con vegetación residente	
	1997	2002	1997	2002
Total	86	95	48	80
Tréboles	49	58	-	9
Vegetación residente	37	37	48	71
Suelo desnudo	14	14	52	10

Tabla VIII. Valoración de la producción

Producción en la viña en kg/ha por efecto de diferentes manejos											
Manejo	**1997**		**1998**		**1999**		**2000**		**2001**		**Media**
Laboreo	**6338**	a	**4589**	a	**8418**	a	4228	a b	**3123**	a	**5339**
Laboreo + sarmientos	4425	a	3781	a	6907	a	**5370**	a	2404	a b	4577
Cubierta Veg.Residente	6017	a	2826	a	3973	b	3808	b	2068	b	3738
Cubierta trebol	6337	a	3677	a	3398	b	3259	b	1682	b c	3671
No Laboreo	4629	a	2937	a	7021	a	2166	c	1150	c	3581
MEDIA	5549		3562		5943		3766		2085		4181

Los resultados obtenidos en la Tabla VII se estudiaron mediante análisis de la varianza de una vía, seguido de un análisis post-hoc de comparación múltiple de medias usando el test de Tukey (nivel de significación de $p<0,05$). Los tratamientos estadísticos se realizan utilizando el paquete SPSS 11,0; los que tienen igual letra en una columna no difieren significativamente.

* A la vista de los resultados obtenidos en los seis años del ensayo comentado, se puede deducir que, en relación al manejo de las cubiertas herbáceas en viñedos situados en territorios semiáridos de clima mediterráneo y con suelos ácidos, son importantes tanto la utiliza-

ción de leguminosas anuales de semilla pequeña con capacidad de autosiembra, así como el establecimiento de cubiertas con la vegetación residente en el banco de semillas del suelo y de porte rastrero. Es necesario que al menos durante tres años pueda conocerse el comportamiento de las mismas en las condiciones ambientales concretas del viñedo a fin de poderlas manejar con más realismo. Pensamos que, a partir de ese momento, se debería pasar a un sistema de rotación en estas cubiertas. Es decir, que el viñedo pueda tener permanentemente parcelas alternas de cubiertas de leguminosas y «malas hierbas» cada año intercaladas con parcelas labradas. Por otra parte, las siembras de cubiertas con especies de semillas pequeñas –como son las de los tréboles subterráneos que han venido comportándose con éxito en los primeros ensayos efectuados–, deben estar vinculadas al régimen de precipitaciones del año agrícola siguiendo las irregularidades climáticas de los últimos años. Lógicamente, se hace importante la utilización de diferentes cultivares precoces de *T. subterraneum.* para facilitar una mejor respuesta a esas condiciones ambientales. Otra alternativa será probar diferentes densidades de trébol con el fin de tener cubiertas que minimicen el déficit de producción de uva.

La fundamentación científica de todas las estrategias que experimentamos está enmarcada en las cuestiones que señalamos a continuación: (i), el mantenimiento y potenciación de las especies de leguminosas autóctonas se ve hoy en día como una obligación fundamental en la buena gestión y manejo de agroecosistemas degradados, para mejorar y conservar los suelos, manteniendo y acrecentando su fertilidad, en particular el contenido de **N** y materia orgánica, así como su actividad biológica, cuestión crucial en el caso de los suelos de las regiones del centro peninsular; (ii), es importante igualmente determinar la composición y la densidad de la cubierta de vegetación sustentable para suelos de diferente tipo y pendiente ya que precisamente una adecuada cubierta vegetal minimiza las pérdidas por escorrentía o erosión de los suelos.; es suficientemente conocido que el grado de pendiente, las condiciones climáticas y la calidad del suelo determinan las prácticas de manejo de cada zona; (iii), las leguminosas espontáneas protegen el suelo y cumplen también la función de abono verde. Todas estas cuestiones quedan comprendidas en la aplicación a la Agricultura de la teoría ecológica más actualizada en cuanto a la conservación del patrimonio de nuestros agroecosistemas. Se necesitará incorporar de forma sistemática una valoración, no solo de la incidencia de las cubiertas en el comportamiento del agua del agua del suelo y en la fertilidad química, sino también evaluar la recuperación de la fertilidad bioquímica que los suelos experimentan después de muchos años de haber estado sometidos a manejos no sostenibles. Por último en el cuadro 4 se muestran los aspectos económicos que juzgamos de interés a la hora de una evaluación multicriterio de este tipo de ensayos.

CONCLUSIONES

El tipo de intervención realizada durante seis años en el viñedo por medio de cubiertas de tréboles subterráneos y de la vegetación residente puede ser considerado como una estrategia encaminada de agricultura ecológica para este cultivo leñoso de secano, ya que utiliza técnicas naturales y no químicas en las labores vinculadas al manejo de un suelo más fértil y con menores pérdidas del mismo por la erosión.

Cuadro 4. Costes económicos

Trabajos en Viña con cubiertas		
Poda: 6 jornales		360,61
Recoger y colocar estos poda: dos jornales		120,20
Triturar restos poda: 1 hora tractor		18,03
Desbrozar cubierta o enterrar, dos veces año: 4 horas		72,12
Tratamiento fitosanitario para oidum con azufre		30,05
Vendimiar: 6 jornales		360,61
	TOTAL	**961,62**
Poner cubierta tréboles (sólo el primer año)		
Preparación cama de siembra dos horas		36,06
Siembra una hora		18,03
Semilla trébol (25 kg/ha a 3,61 __/kg)		90,15
	TOTAL	**144,24**
Trabajos en Viña con laboreo tradicional		
Poda, tratar y vendimiar (lo mismo)		889,50
Labores cuatro por dos horas cada una		144,24
	TOTAL	**1033,74**
Trabajos en Viña en No laboreo		
Poda y varear (lo mismo)		889,50
Herbicidas Simacina 3,31 __/litro x 4 litros/ha)		12,02
(Diuron 7,21 __/litro x 1,5 litros/ha)		10,82
(Glifosato 9,02 __/litro x 2 litros/ha)		18,03
Aplicación herbicida: 0,5 horas de tractor		9,02
	TOTAL	**939,39**

Ingresos medios: 0,24 __ por kg de uva considerando la producción media de 4181 kg/ha, los ingresos medios cubren los gastos escasamente. Los beneficies están en el trabajo que proporciona a la familia, que como puede comprobarse supone el 90% de los gastos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Comunidad de Castilla- La Mancha la ayuda prestada para la realización del Proyecto titulado «Estudio de estrategias de manejo de cubiertas vegetales estables en el olivar y viñedo (Proyecto132/RN-21) en el que se enmarca este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ANTÓN, F.A.; LABORDA, E. (1991). Estudio de las malas hierbas aparecidas en los cultivos de vid y olivo en Santa Olalla (Toledo) y de su control con laboreo. Bol. San. Veg. Plagas, 17: 249-263.

BARRALIS, G.; CLOQUEMIN, G. ET GUÉRIN, A. (1983). Evolution de la flora adventice du vignoble de Côte-d´Or sons la pression des techniques d´entretien des cultures. *Agronomie* 3, 585-594.

BUGG, R. (1995). Cover crop biology: A minirewiew. Part I. Sustainable Agriculture. http://www.sarep.ucdavis.edu

CHANTELOT, E. (2001). Bien Choisir les espeses à implanter. Phytoma. La Dèfense des Vègètaux, nº 544.

CROVETTO, C. (2000). *Agricultura de Conservación.* Ed. Vida Rural

DAVID, N., SERRANO, E.; RENARD, R. (2001). Vigne et qualitè de vendange: effet de l`enherbement semé. Phytoma. La Dèfense des Vègètaux, nº 544.

HANNA, R., SALOM, F.; ELMORE, C. (1995). *Sustainable Agriculture*. http://www.sarep.ucdavis.edu

HERNÁNDEZ, A.J.; ESTALRICH, E.; MINGUEZ, A.; PASTOR, J. (1997). Incidencia de las cubiertas herbáceas en la conservación de suelos y en la humedad edáfica de agrosistemas semiáridos. *Edafología, 2:* 153-159

HERNÁNDEZ, A. J.; LACASTA, C.; PASTOR, J. (2002 a). Assesment of integrated soil conservation and improvement treatments for olive and vine crops in semiarid environments. *Procceedings of the Third International Congresse, Man and Soil at the Third Millenium.*(J.L., Rubio, R.P.C. Morgan, S. Asins & V. Andreu, eds). Ed. Geoforma: 2.141-2.154.

HERNÁNDEZ, A.J., URCELAI, A.; PASTOR, J. (2002 b). Características químicas de suelos y características importantes de las fases vegetativa y regenerativa de especies colonizadoras de vertederos sellados en relación a barbechos y pastos del territorio arcósico.

HERNÁNDEZ, A. J.; LACASTA, C.; PASTOR, J. (2000). Cubiertas vegetales para un viñedo ecológico en zonas semiáridas. *Congreso de Agricultura Ecológica 2000* (en prensa).

INGELS, C., WHISSON, D.; PRICHARD, T. (1999). Effects of Cover Crops on a Vineyard Ecosystem in the Northern San Joaquin Valley. Sustainable Agriculture. http://www.sarep.ucdavis.edu.

LEGASA, A. (1992). *Cultivo ecológico de la vid y algunos aspectos de vinificación según la normativa CRAE*. Ed. Asociación Bio Luz Navarra.

MAILLET, J., ARCUSET, P.; CARSOULLE, J. (2001). Phytoma. La Dèfense des Vègètaux, nº 544.

MASERA, O.; LÓPEZ-RIPAURA, S. (2001). *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos*. Ed. Mundi Prensa.

POWERS, L.E.; MCSORLEY, R. *Principios Ecológicos en Agricultura.* Ed. Paraninfo.

ZARAGOZA, C.; DELGADO, I. (1996) Un ensayo de coberturas vegetales en viña. *ITEA* 17, 404-405.

WILLIANS, W.A.; ELLIOT, J.R. 1960.- Ecological significance of seed coat impermeability moisture in crimson, subterranean and rose clovers in a Mediterranean type climate. *Ecology, 40:* 733-742.

Interacções entre a fertilidade do solo, resistência ao míldio *(Phytophthora infestans)* e rendimento na produção biológica de batatas

J. SANTOS*, S. WILCOCKSON, J. ZARB, R. SHIEL, C. LEIFERT

[1] Tesco Centre for Organic Agriculture, School of Agriculture, Food and Rural Development, University of Newcastle-upon-Tyne, Nafferton Farm, Stocksfield, NE43 7XD, UK. * autor para correspondência

SUMÁRIO

O manuseamento da fertilidade do solo afecta a resistência ou susceptibilidade das culturas a doenças. O potássio tem sido identificado como tendo efeito sobre a doença através de funções metabólicas especificas que alteram as relações de compatibilidade do ambiente parasita-parasitado (Huber e Arny, 1985). O objectivo do presente estudo foi avaliar o impacto de diferentes tipos de fertilização, níveis e relação N:K no desenvolvimento do míldio (*Phythophthora infes - tans*) em batatas biológicas. Um ensaio de campo e um ensaio em vasos foram conduzidos com o intuito de avaliar o desenvolvimento de *P. infestans* em duas variedades de batata (uma susceptível e uma de resistência média). Um solo de estrutura franco-arenosa, previamente cultivado com brassicas, foi fertilizado com grânulos de estrume de galinha e composto a diferentes níveis de azoto (85 kg N ha e 170 kg N ha) e a alguns dos tratamentos foi ainda adicionado sulfato de potássio para se atingirem os níveis de N:K (1:1, 1:2) desejados. O desenvolvimento foliar e nos tubérculos do míldio não se expandiu com os aumentos de azoto. No entanto, o rendimento das duas variedades de batata foi maior nos talhões fertilizados com composto ao mais alto nível de azoto (170 kg ha) quando comparado com os talhões fertilizados com grânulos de estrume de galinha. O teor de matéria seca dos tubérculos foi também mais elevado nos talhões fertilizados com composto, mas quando sulfato de potássio foi adicionado, os valores de matéria seca diminuíram.

INTRODUÇÃO

O míldio (*P. Infestans*) continua a ser a maior ameaça à cultura da batata, tal como tem sido desde os meados do século dezanove, aquando da «Irish Potato Famine» (LANE *et al.*, 2000) não só no Reino Unido, mas em todas as culturas de batata espalhadas pelo mundo inteiro (HOOKER, 1981). Por esse motivo, o míldio foi identificado pelos produtores britânicos biológicos de batata como uma preocupação de grande importância (LENNARTSON *et al.*, 2000)

A disponibilidade e balanço de nutrientes afecta a resistência das batatas ao míldio; tem sido demonstrado que elevados níveis de azoto, tendem a diminuir a resistência das plantas (e.g. CARNEGIE & COLHOUN, 1983) e que a fertilização com potássio, também parece ter um efeito no desenvolvimento da doença. A acumulação de inibidores tais como amino ácidos, fitoalexinas, fenóis e auxinas à volta das zonas infectadas em plantas resistentes, é dependente dos teores de K o outros minerais presentes (HUBER & ARNY, 1985). Resistência ao míldio foi hipoteticamente suposto resultar da acumulação de níveis anti-fungicos de arginina nas folhas (ALTEN & ORTH, 1941). Exudados de arginina inibem a germinação de esporângios de *P. infestans*. Outro mecanismo poderá ter haver com o facto de que à medida que azoto inorgânico se acumula em condições de baixo K, fenóis com propriedades fungicidas são rapidamente degradados Kiraly, 1976).

MATERIAIS E MÉTODOS

Ensaio de Campo

O ensaio de campo foi conduzido em Stanfield Hall Organic Farm (Pickering-Yorkshire). Os talhões foram fertilizados com grânulos de estrume de galinha (GEG) ou composto de estrume de vaca (Comp) a dois níveis de azoto e três níveis de N:K (Tabela I). Os talhões foram experimentalmente dispostos em blocos casualizados com seis repetições.

Tabela I. Treatments and N:K ratios applied

Tratamentos	Azoto (kg/ha)	Potássio (kg/ha)	N:K
Grânulos de Estrume de Galinha	170	60	1:0.35
Grânulos de Estrume de Galinha	170	170	1:1
Grânulos de Estrume de Galinha	170	340	1:2
Grânulos de Estrume de Galinha	85	30	1:0.35
Grânulos de Estrume de Galinha	85	85	1:1
Grânulos de Estrume de Galinha	85	170	1:2
Composto de Estrume de Vaca	170	136	1:0.8
Composto de Estrume de Vaca	170	340	1:2
Composto de Estrume de Vaca	85	68	1:0.8
Composto de Estrume de Vaca	85	170	1:2

Duas variedades de batata foram plantadas (Sante- parcialmente resistente e Nicola-susceptível) e o desenvolvimento do míldio foi avaliado (segundo JAMES, 1971) em intervalos regulares depois dos primeiros sintomas terem sido detectados (15 de agosto). As plantas foram cortadas quando 95% da parte aérea estava destruída pelo míldio.

A colheita foi efectuada na segunda semana de Outubro e foram avaliados o rendimento da cultura e o tamanho e a incidência de míldio dos tubérculos.

Ensaio em Vasos

Encheram-se cento e sessenta e dois vasos de 80 l com uma mistura de areia e fertilizante (grânulos de estrume de galinha ou composto de estrume de vaca) (Figura 3). Os vasos foram postos ao ar livre em Close House Experimental Station -Headdon on the Wall (Northumberland). Para além dos fertilizante biológicos, usou-se também fertilizante mineral NPK. Sulfato de potássio foi adicionado para atingir os niveis de N:K desejados. Neste ensaio usou-se a variedade de batata «Nicola».

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como era esperado, a variedade Sante apresentou maior resistência contra o míldio do que a variedade Nicola. No entanto, não se verificaram diferenças significativas no desenvolvimento da doença entre os vários tipos de fertilização ou relação N:K (Figura 1).

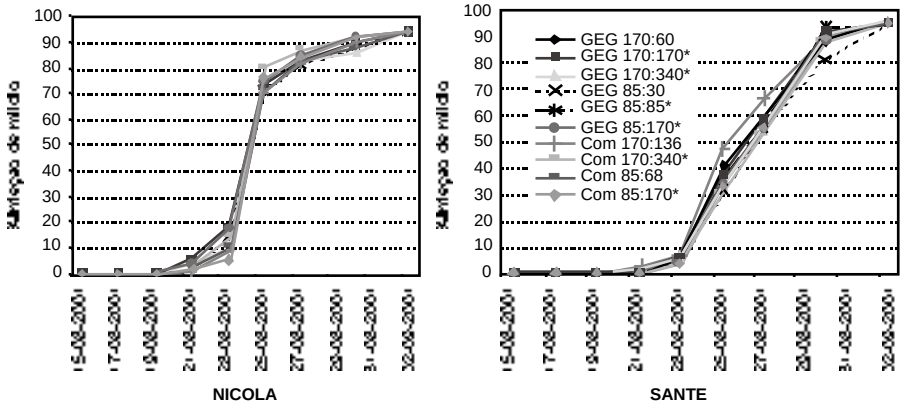


Figura 1. *Desenvolvimento de míldio em duas variedades de batata (Sante e Nicola) com diferentes tipos de fertilização, níveis e N:K.*

Registaram-se diferenças estatisticamente significativas nos rendimentos da cultura quando fertilizadas com composto em relação aos grânulos de estrume de galinha. Os talhões que receberam composto a 170 Kg N ha apresentaram um aumento de 40% no rendimento em relação aos restantes tratamentos. Diferenças na libertação de nutrientes por parte de cada fertilizante será possivelmente a principal razão para as diferenças de rendimento entre o estrume granulado de galinha e o composto aplicados a níveis semelhantes de N e K. No entanto, não houve diferenças significativas entre todos os tratamentos com grânulos de estrume de galinha (Fig. 2).

No ensaio en vasos tal como no ensaio de campo, não se registaram diferenças no desenvolvimento do míldio entre os diversos tratamentos.

No entanto, neste caso, com a utilização de grânulos de estrume de galinha obtiveram-se estatisticamente maiores rendimentos do que com composto ou fertilizante mineral. Pensa-se que a falta de actividade microbiana no substracto arenoso impediu suficiente mineralização do azoto contido na matéria orgânica do composto. Os grânulos de estrume de galinha tinham um con-

teúdo em azoto solúvel mais elevado do que o composto o que fez com que os nutrientes estivessem mais rapidamente disponíveis para as plantas (Figura 3). Mais estudos sobre a actividade micro biológica estão a ser conduzidos com o intuito de explicar com mais detalhe a diferença entre a actuação do composto e dos grânulos de estrume de galinha em substracto arenoso e solos biologicamente conservados.

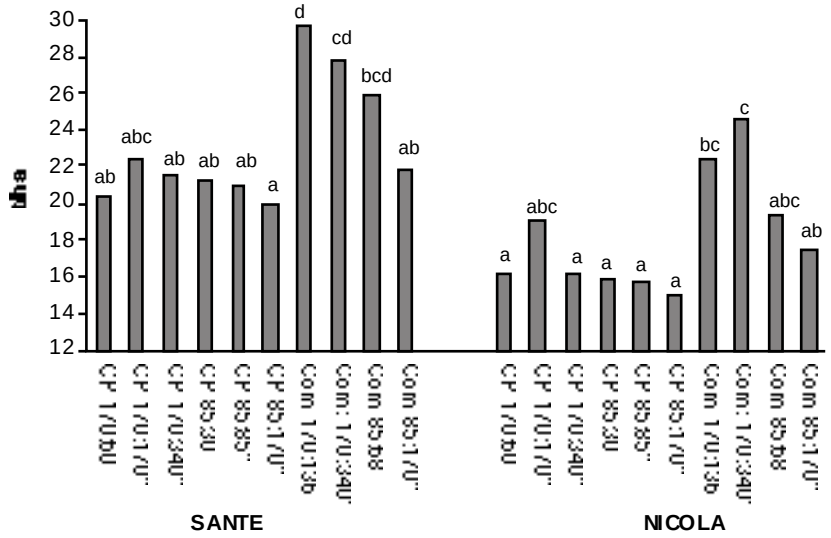


Figura 2. *Rendimento de duas variedades de batata (Sante e Nicola) com diferentes tipos de fertilização, níveis e N:K.*

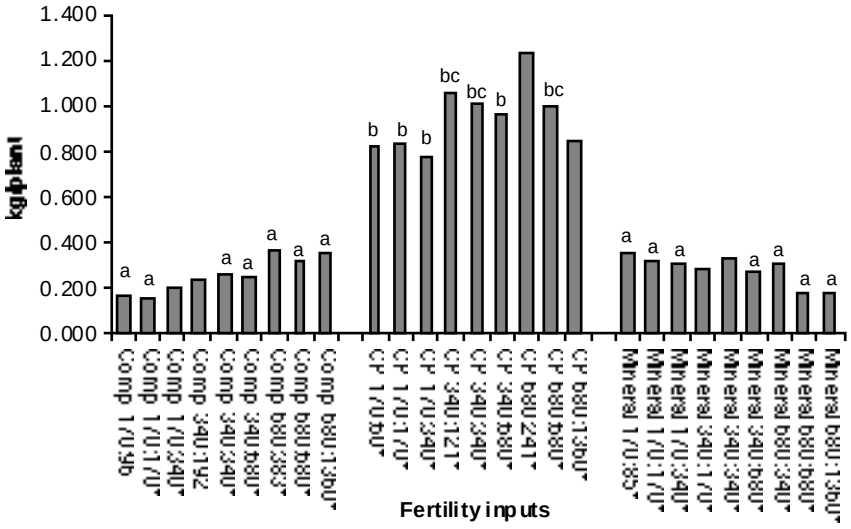


Figura 3. *Rendimento de plantas (variedade Nicola), com diferentes tipos de fertilização, níveis e N:K em substracto arenoso*

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do míldio não pode ser reduzido através de diferenças no tipo de fertilização, níveis de azoto ou relacões N:K.

Em campo, o composto deu origem aos mais altos rendimentos enquanto que em substracto arenoso, os grânulos de estrume de galinha promoveram melhores resultados. Isto mostra que diferentes tipos de solo devem ser bem ponderados antes de se fazer uma escolha em termos de tipo de fertilização.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da União Europeia (EU; projecto QLK5-CT-2000-01065 BLIGHT-MOP) e do UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA; project OF0167). Agradece-se também a colaboração do British Potato Council, Glenside Organics Ltd., Geeenvale plc., e do apoio técnico prestado pelo Mr. Peter Shotton.

BIBLIOGRAFIA

ALTEN & ORTH, 1941.
CARNEGIE AND COLHOUN, 1983.
HOOKER, 1981.
HUBER AND ARNY, 1985.
KIRALY, 1976.
LANE *et al.*, 2000.
LENNARTSON *et al.*, 2000.
PHUKAN AND BARUAH, 1989 [a,b].
PHUKAN AND BARUAH, 1990.
SZCZOTKA *et al.*, 1973.
UMAREAUS V., 1969.

Resultados de los ensayos de variedades de tomate de industria de agricultura ecológica de los años 1999, 2000 y 2001 en Aragón

F. VILLA GIL[1], J.A. SASOT BAYONA[1], J.I. MACUA[2], M. LUMBRERAS[3], A. RUIZ BEGUERÍA[4]

[1] Centro de Técnicas Agrarias.- Diputación General de Aragón.- Av. Montañana 930 50059 Zaragoza
[2] Instituto Técnico de Gestión Agrícola
[3] Centro Técnico Nacional de Conservas Vegetales
[4] Comité Aragonés de Agricultura Ecológica

RESUMEN

El tomate de industria ha sido uno de los cultivos en el que los horticultores inscritos en Agricultura Ecológica han mostrado más interés en Aragón, y por consiguiente, en el que desde 1993 hemos venido desarrollando distintas actividades. Las superficies de cultivo han ido fluctuando en función de la demanda del mercado y han oscilado entre las 10 y las 25 has, la mayor parte con destino a triturado y zumos, siendo pequeñas las cantidades destinadas a pelado, aunque en los ensayos se haya incluido alguna variedad que pudiera tener doble uso. Presentamos aquí los resultados obtenidos en los tres últimos años, por el interés que pudieran tener los horticultores de cara a la implantación de cultivos a partir de 31 de diciembre de 2003, fecha en la que la Normativa comunitaria establece la obligatoriedad de producción y utilización de semillas producidas con métodos de Agricultura Ecológica.

Entre el material vegetal estudiado se encuentran variedades híbridas, abiertas y material procedente de variedades abiertas, cultivado y conservado por el propio agricultor durante bastantes años.

En los resultados que se presentan, se estudia: Parámetros de producción, calidad, color, agrupamiento de la producción, desarrollo vegetativo, dureza del fruto y sensibilidad y resistencias a las plagas o enfermedades que se han presentado duran-te el desarrollo del cultivo. Por último extraeremos unas conclusiones sobre el material estudiado y estableceremos unas recomendaciones sobre los cultivares a implantar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las variedades se han seleccionado entre las que mejores resultados y mejor adaptación habían mostrado en los ensayos que sobre este tipo de tomate se efectúan en agricultura convencional en Aragón, incluyendo también las más plantadas en Agricultura Ecológica hasta este mo-

mento. La semilla nos ha sido proporcionada por las empresas comerciales productoras de semillas y por el agricultor y los semilleros se han efectuado sobre bandejas de porespán de 216 alveolos utilizando como sustrato directamente el comercial en unos casos o modificándolo mediante la adición de humus de lombriz y arena lavada según las siguientes proporciones en volumen: Sustrato comercial 80%, humus de lombriz 15%, arena lavada 5%. Esta mezcla permite un mejor desarrollo de la raíz en el interior del alveolo y una mejor nutrición de la planta en la fase de semillero.

Los cultivos por lo tanto son de trasplante, a una densidad de unas 23.000 plantas por hectárea, con acolchado plástico de polietileno negro de 1,20 m en el suelo y línea de goteo enterrada a la vez que se coloca el plástico. Las plantas se colocan a «tresbolillo» a ambos lados de la línea de goteo y los trasplantes se han efectuado a mano cuando se ha tratado de ensayos con bloques al azar y cuatro repeticiones (año 1999) o con trasplantadora en los años siguientes.

El riego es por goteo y la plantación se efectúa sobre suelo regado previamente.

Los ensayos se han llevado a cabo en una explotación que en éste momento lleva 13 años desarrollando Agricultura Ecológica. En ella, los cultivos hortícolas son la base, y entran en rotación con alfalfa y cereales.

El suelo es de «saso», es decir con cascajo en su perfil cultural, por lo tanto sin ningún problema de drenaje, de texturas franca en unas zonas y franco-arcillosa en otras con unos contenidos de materia orgánica que oscilan entre el 4,85% y 3,97% respectivamente.

La base de la fertilización es orgánica y se sitúa alrededor de las 15- 20 tm/ha, para este cultivo, según el precedente.

La reacción del suelo es moderadamente básica y en cuanto a fertilidad, los valores de los nutrientes fósforo, potasio, magnesio, hierro, cobre, manganeso y cinc, son muy altos; no obstante la relación K/Mg es óptima y se sitúa en 0,79 y 0,72.

Material vegetal

Los cultivares utilizados a lo largo de estos tres años, su procedencia y años de ensayo, se encuentran ordenados alfabéticamente dentro de cada año y se exponen en la Tabla I.

Los métodos de ensayo utilizados fueron, en 1999, bloques al azar con cuatro repeticiones con tamaño de parcela de 13,5 m^2 y los años 2000 y 2001 ensayo demostrativo, colocando en una parte homogénea de la parcela una línea de 200 plantas de cada una de las variedades a ensayar y recogiendo posteriormente una superficie de 21 m^2. La separación entre líneas fue en todos los casos de1,5 m y la de las plantas dentro de la línea unos 30 cm.

A la hora de valorar las características fenológicas del material vegetal ensayado (Tabla V) y de la cobertura que las plantas ejercen sobre los frutos se ha hecho utilizando una escala decimal, de modo que el 1 es el índice más bajo, menos cobertura, menos resistencia a enfermedades etc., y 10 sería el que más resistencia ofrecería.

A la hora de valorar la sanidad de los frutos en el cuadro 6 de características de los frutos se ha utilizado una escala del 1 al 5, de modo que 1 sería poca sanidad y 5 muy sano. La dureza se ha medido con el penetrómetro no destructivo de los frutos Durofel 25, tomando dos medidas por fruto en su diámetro.

Tabla I. Cultivares ensayados, procedencia y año de ensayo de cada uno

Cultivar	Procedencia	AÑO Ensayo			Cultivar	Procedencia	AÑO Ensayo		
		99	00	01			99	00	01
ACE F55	R. Arnedo	X			PREMIUM	Jad Ibérica		X	
JUSTAR	Intersemillas	X			PX-5417	Petoseed		X	
PAVÍA	Asgrow	X			TARIM	Bejo		X	
RED SETTER	Asgrow	X			T-9950	Intersemillas		X	
RIO FUEGO	A. Ruiz (Agric.)	X			UNIREX	Jad Ibérica		X	
RIO FUEGO	R. Arnedo	X			WSX 28	Batlle		X	
RIO GRANDE	A. Ruiz	X			ZU-279	SG- Novartis		X	
RIO GRANDE	R. Arnedo	X			AR-35356	R. Arnedo			X
ROYAL BALL	A. Ruiz	X			CUMBIA	Intersemillas			X
SOTO	Asgrow	X	X	X	ERCOLE	Syngenta			X
UC-82	Intersemillas	X	X	X	H-8892	Heinz Ib.			X
ARDILLA	De Ruiter		X		H-9478	Heinz Ib.			X
DARK	Nunhems		X		H-9491	Heinz Ib.			X
FORUM	Petoseed		X		JAGUAR	Intersemillas			X
H-9036	Heinz Ibérica		X		MONTEGO	R.Amedo			X
H-9144	Heinz Ib.		X		OLEPEEL	Petoseed			X
H-9665	Heinz Ib.		X		PERALTA	Asgrow			X
OXFORD	Nunhems		X		SERPIS	Asgrow			X
PERFECTPEEL	Petoseed		X		SOPRANO	Asgrow			X

Con relación a las características industriales (Tabla VII) se ha medido: pH, grado Brix, color a/b, consistencia Bostwick y residuo seco, poniendo al final de la tabla los índices máximos o deseables.

Localización de los ensayos

Se han realizado en la finca de D. Antonio Ruiz Ortego, situada en la localidad de Bardena , 8 km al Norte de Ejea de los Caballeros, en la Comarca de Cinco Villas.

Dicha zona se caracteriza por disponer de suficiente agua de riego (no en éste año debido a la falta de lluvia) de buena calidad.

Climáticamente, podría definirse como Continental, con algunas matizaciones de clima mediterráneo. La temperatura media anual histórica es de 14ºC, siendo los meses más fríos enero y febrero y los más calurosos julio y agosto.

Otra característica de la zona es la presencia de abundantes días de viento («cierzo»).

El ensayo realizado el año 2001, por una decisión que hubo que tomar por parte del agricultor sobre cuestiones de comercialización y mercado, tuvo que establecerse en una parcela junto con cultivo de pimiento, por lo que los momentos de riego estuvieron supeditados a los de este cultivo.

Todos los ensayos han sido de recolección única.

Climatología y desarrollo de los ensayos

En la Tabla II presentamos los registros de temperaturas medias mensuales y las pluviometrías, efectuados en Ejea de los Caballeros, en los tres años de los ensayos.

Tabla II. Tª medias y pluviometrías registradas durante la evolución de los ensayos

MES	AÑO 1999		AÑO 2000		AÑO 2001		Medias Hist.	
	Temp.	Pluv.	Temp.	Pluv.	Temp.	Pluv.	Temp.	Pluv.
MAYO	18,6	32,0	18,9	56,5	18,0	11,5	17,2	58,0
JUNIO	20,4	20,5	21,8	38,5	21,9	21,5	22,2	40,5
JULIO	24,3	66,0	23,5	11,5	22,3	15,5	25,7	26,1
AGOSTO	24,5	33,5	24,1	53,5	24,2	8,8	25,0	31,7
SEPTIEM.	20,5	78,0	21,0	39,5	18,3	31,0	21,8	25,2

Comentarios

Año 1999. Las medias termométricas se sitúan ligeramente por debajo de la media histórica, prácticamente a lo largo de todo el período. Con relación a las pluviometrías, el exceso de lluvia registrado en el mes de julio, favoreció la aparición de *Pseudomonas syrngae* pv. *tomato*, bacteriosis y las lluvias de septiembre provocaron la aparición de *Alternaria solani*, alternaria y C*olletotrichum cocodes*, antracnosis en fruto, motivo por el cual hubo bastante tomate podrido en el momento de la recolección.

Año 2000. Las temperaturas se sitúan por debajo de la media histórica y con relación a las pluviometrías, nuestro ensayo no ha sufrido, puesto que la recolección se efectúa antes de registrarse la mayor parte de las precipitaciones del mes de septiembre.

Año 2001. Las temperaturas también son inferiores a las medias y las precipitaciones registradas han sido muy bajas, fue un verano muy seco por lo que se favoreció la aparición de ataques de ácaros, principalmente de *Phyllocoptes destructor* Reifer, que afectó a algunas parcelas de nuestro ensayo.

Fechas

En la Tabla III reseñamos las fechas de siembra, trasplante y recolección de los cultivos de los cultivos:

Tabla III. Fechas más importantes en la evolución de los ensayos

OPERACIÓN	AÑO		
	1999	2000	2001
Siembra semilleros	20 de marzo	22 de marzo	23 de marzo
Plantación	26 de mayo	22 de mayo	10 de mayo
Recolección	20 de septiembre	21 de septiembre	4 de septiembre

Plagas, enfermedades, accidentes y tratamientos

Aparte de las ya reseñadas, en 1999, tuvo que hacerse una aplicación de un cebo a base de salvado, anís, azúcar y *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, para combatir un ataque de *Agriotes* spp., reponer marras de trasplante, puesto que los fuertes vientos sobrevenidos después de la plantación, provocaron rotura de plantas por el cuello. En los cultivos acolchados, este problema se soluciona echando una pequeña cantidad de tierra en el orificio de trasplante, inmediatamente después del mismo. También se ha tratado *Heliothis armigera* Hb., en su primera generación, cuya evolución se siguió mediante monitorización con feromonas.

Los tratamientos realizados contra bacteriosis fueron a base de oxicloruro de cobre 50%, aplicado en pulverización y riego. Este producto si se aplica en pulverización puede ocasionar caída de flores.

En 2001, la acriosis se trató con azufre en polvo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de 1999

Todas las variedades con la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí.

Por lo tanto, la variedad Soto, (híbrida) es significativamente diferente a nivel de p= 0,01 con respecto al resto.

Las variedades Pavia (híbrida) y Río Fuego del agricultor, no presentan diferencias significativas entre sí, pero la primera es significativamente diferente al 95% con Royal Ball del agricultor, Río Grande y UC-82 y al 99% con relación a todas las demás.

Río Fuego del agricultor presenta diferencias significativas a nivel de p= 0,05 con Red Setter y a nivel p= 0,01 (99%) con relación a Justar y ACE F55.

Las variedades Royal Ball del agricultor, Río Grande UC-82, Río Fuego, Río Grande del agricultor y Red Setter no presentan diferencias significativas entre sí a nivel de p=0,05, pero sí lo hacen con relación a Justar y ACE F55, que han resultado las menos productivas del ensayo.

El coeficiente de variación del ensayo fue de 10,94% y la MDS al 95% de 11.133 kg.

Con relación al tomate verde se han hecho dos tipos de análisis: el estadístico de las tm/ha obtenidas y otro la media del % del tomate verde obtenido sobre la producción total.

Hay un grupo de variedades de ciclo medio-largo que no presentan diferencias significativas entre sí. Estas variedades son: Río Grande, Soto, Río Fuego del agricultor, ACE F55, Río fuego y Royal Ball. Estas variedades producen entre unos 6.000 a 9.600 kg/ha.

Otro grupo con el que se ha obtenido entre casi 3.500 kg/ha y casi 7.500.

En el primero vemos que de ellas, las tres primeras producen más tomate verde, luego son más tardías, a nivel de p=0,01 que Río Grande del agricultor, Red Setter, Pavía, UC-82, Justar; luego tenemos un gran grupo de variedades que no presentan diferencias significativas entre sí a nivel de p=0,05 que son: ACE F55, Río Fuego, Royal Ball, Río Grande del agricultor, Red Setter, Pavía y UC-82 que podríamos englobarlos como de ciclo medio-corto y que producen entre 3.400 y 7.400 kg/ha de tomate verde y por último, sin entrar en más significaciones, ACE F55 es más tardía a nivel de p=0,05 que Justar que es de la que menos tomate verde se ha obtenido, o sea la más precoz.

Con relación a los porcentajes de tomate verde obtenidos sobre producción total tenemos dos grupos bien definidos, uno con el que obtenemos del 8 al 12% constituido por las variedades ACE F55, Río Grande, Río Fuego del agricultor y Río Fuego, y el resto con el que obtenemos entre el 3,5 y el 7% del tomate verde, cantidades relativamente bajas.

Con respecto al % de tomate podrido y deteriorado, Soto es la variedad que mejor se ha comportado, con un 6,4%, luego tenemos un grupo de variedades que nos arrojan unos porcentajes entre el 9,5 y el 12,4% que son Pavía, Río Fuego del agricultor, Río Grande del agricultor y Red Setter y por último dos variedades con las que hemos obtenido unas cantidades excesivas que han sido Justar y ACE F55, con el 17,6 y 26,5% respectivamente.

Con todos estos resultados podemos decir que en este ensayo ha habido una variedad, Soto, que ha sobresalido sobre el resto, tanto en producción de tomate útil como en menor cantidad de tomate deteriorado, y es que habiendo sido un año problemático ha hecho válida su resistencia frente a bacteriosis, cubre muy bien los frutos y tiene buen vigor (ver Tabla V) de observaciones fenológicas, y por último produce frutos con alto índice de dureza y muy gruesos en los tres años del ensayo, además posee la forma característica de los tomates de industria.

Tabla IV. Producción útil, tomate verde, podrido y porcentaje sobre producción total

VARIEDAD	PRODUCCIÓN TOMATE ÚTIL tm/ha			PRODUCCIÓN TOMATE VERDE tm/ha			% TOMATE VERDE			% TOMATE PODRIDO		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
SOTO	109,98 a			8,7 a			6,9			6,4		
PAVÍA	85,52 b			3,6 bc			3,5			11,5		
RÍO FGO (A)	77,93 bc			8,4 a			8,8			9,5		
ROYAL BLL.	72,95 cd			6,2 abc			6,8			12,4		
R. GRANDE	71,39 cd			9,6 a			10,7			9,9		
UC-82	70,81 cd			3,4 bc			4,1			10,5		
RÍO FUEGO	69,73 cd			6,9 abc			8,1			10,1		
R. GRDE(A)	69,37 cd			3,7 bc			4,5			11,1		
REDSETTER	66,43 cd			3,6 bc			4,7			10,3		
JUSTAR	46,98 e			3,1 c			5,1			17,6		
ACE F55	37,93 e			7,4 ab			12,0			26,5		
ZU-279		173,28			9,1			5,0			Inapr.	
PERFECTPL		158,98			9,6			5,7			Inapr.	
PREMIUM		153,29			9,1			5,6			Inapr.	
H-9036		146,33			29,6			16,8			Inapr.	
WSX 28		144,71			13,5			8,5			Inapr.	
H-9665		144,48			17,7			10,9			Inapr.	
SOTO		141,62			18,3			11,4			Inapr.	
OXFORD		141,14			7,9			5,3			Inapr.	
FORUM		139,33			9,5			6,4			Inapr.	
RS 2018		138,62			4,9			3,4			Inapr.	
H-9144		137,00			26,8			16,3			Inapr.	
DARK		136,00			9,5			6,5			Inapr.	
PX 5417		134,10			10,0			6,9			Inapr.	
UNIREX		130,71			2,6			2,0			Inapr.	
TARIM		118,05			4,9			4,0			Inapr.	
UC-82		116,95			16,6			12,4			Inapr.	
ARDILLA		104,57			4,0			3,6			Inapr.	
T 9950		104,50			5,0			4,6			Inapr.	
MEDIA		***136,70***			***11,6***							
SOPRANO			116,34			8,8			6,6			6,3
CUMBIA			115,12			11,6			8,8			3,9
PERALTA			113,61			6,3			5,0			6,2
OLEPEEL			109,31			9,4			7,3			7,6
H-9478			106,16			5,6			4,8			4,0
SERPIS			91,29			5,9			5,6			7,3
PAVÍA			87,39			1,3			1,2			12,9
ERCOLE			87,15			2,3			2,4			7,8
SOTO			86,50			18,1			16,5			4,6
UC-82			82,14			1,0			1,0			15,0
MONTEGO			71,37			1,6			2,0			8,9
H-9491			68,39			6,4			8,1			6,2
H-8892			58,03			1,0			1,5			11,9
JAGUAR			53,59			10,8			13,2			21,4
AR-35356			45,69			0,3			0,6			21,0
MEDIA			***82,96***			***5,96***						

Tabla V. Observaciones fenológicas de las plantas y características del fruto

Variedad	Tamaño	Vigor	Cobertura Foliar	Resistenc. Enferm.	Agrupac. madura-ción	Cobertura	Sanidad	Dureza	Peso medio	Forma
SOTO	9	9	9	8	7	8	4	64	153	Alargado/pera
PAVÍA	7	7	7	6	4	7	3	59	75	Redondeado
RÍO FGO (A)	7	7	9	6	5	9	4	55	84	Cuadrado/alargado
ROYAL BLL.	9	9	8	3	7	8	4	53	147	Casi esférico
R. GRANDE	9	9	9	6	5	9	4	54	95	Oval-alargado
UC-82	6	6	6	7	8	6	4	52	89	Cuadrado/redondeado
RÍO FUEGO	8	8	9	4	4	9	4	56	92	Oval-alargado
R. GRDE(A)	9	9	9	7	5	9	3	58	88	Oval-alargado
RED SETTER	7	7	8	5	8	8	3	55	80	Redondeado/cuadrado
JUSTAR	7	7	6	2	7	6	4	60	80	Cuadrado/redondeado
ACE F55	7	7	8	5	5	8	2	42	160	Esférico/achatado
ZU-279	8	10	10	9	8	8	4	52	72	Cuadrado
PERFECTPL	10	8	10	9	8	10	5	49	70	Redondeado
PREMIUM	8	10	10	8	8	8	5	48	63	Redondeado
H-9036	10	10	10	9	6	7	5	57	82	Alargado/pera
WSX 28	8	10	9	9	7	8	5	47	83	Redondeado/cuadrado
H-9665	8	10	8	9	5	8	5	56	76	Redondeado/cuadrado
SOTO	7	8	8	9	6	7	5	60	95	Alargado/pera
OXFORD	8	8	7	8	8	7	4	55	77	Alaragado
FORUM	7	10	8	9	8	7	5	50	69	Redondeado
RS 2018	7	8	8	8	10	5	4	50	81	Redondeado/cuadrado
H-9144	7	8	8	9	5	6	5	50	60	Cuadrado/alargado
DARK	8	8	7	9	8	7	5	51	72	Alargado
PX 5417	8	10	8	9	8	8	5	55	65	Redondeado
UNIREX	7	7	7	9	10	6	5	52	75	Cuadrado/alargado
TARIM	7	7	7	9	10	7	5	50	71	Redondeado/cuadrado
UC-82	6	7	7	9	6	7	5	52	68	Redondeado/cuadrado
ARDILLA	8	8	7	9	10	7	5	56	80	Redondeado/cuadrado
T 9950	8	7	9	9	10	8	5	53	85	Redondeado
SOPRANO	7	8	9	9	8	9	4	61	95	Cuadrado/redondeado
CUMBIA	9	9	9	9	6	9	4	53	102	Redondeado/cuadrado
PERALTA	9	9	9	9	8	9	4	66	91	Alargado/pera
OLEPEEL	9	9	9	9	6	9	2	60	77	Pera
H-9478	8	8	7	9	8	7	4	60	70	Redondeado/cuadrado
SERPIS	8	8	8	7	8	8	2	69	68	Alargado/pera
PAVÍA	8	9	8	8	10	8	3	56	95	Redondeado
ERCOLE	7	8	7	6	9	7	2	56	83	Alargado/pera
SOTO	9	9	9	9	5	9	4	72	95	Pera/alargado
UC-82	8	8	8	8	10	8	1	54	63	Redondeado
MONTEGO	7	8	8	8	10	8	1	58	86	Pera/redondeado
H-9491	8	8	8	7	7	8	2	64	76	Redondeado
H-8892	8	8	8	6	10	8	1	57	70	Redondeado
JAGUAR	10	9	8	8	6	8	4	m.blan	156	Redondeado
AR-35356	8	8	8	7	10	8	1	57	74	Cuadrado/redondeado

Tabla VI. Características industriales de las variedades

Año	VARIEDAD	pH	ºBRIX	Color a/b	Bostwick	Res. seco
1999						
	SOTO	4,63	4,30	1,98	17,9	
	PAVÍA	4,62	4,70	2,05	12,2	
	RÍO FUEGO (A)	4,56	4,15	2,10	19,9	
	ROYAL BALL	4,48	4,85	2,08	13,0	
	RÍO GRANDE	4,45	5,50	2,09	17,0	
	UC-82	4,48	4,60	1,98	18,7	
	RÍO FUEGO	4,47	5,25	2,16	20,1	
	RÍO GRANDE (A)	4,53	4,75	2,07	20,0	
	RED SETTER	4,47	4,30	2,02	17,9	
	JUSTAR	4,51	4,80	2,10	23,5	
	ACE F55	4,54	5,00	2,06	Más de 24	
2000						
	ZU-279	4,36	4,09	2,33	9,5	4,87
	PERFECTPEEL	4,39	4,01	2,09	8,5	4,76
	PREMIUM	4,51	3,92	2,47	7,0	4,97
	H-9036	4,45	3,54	2,21	3,5	4,52
	WSX-28	4,49	4,72	2,51	11,0	5,49
	H-9665	4,21	4,28	2,05	6,5	5,34
	SOTO	4,63	4,29	2,41	8,0	5,19
	OXFORD	4,51	3,76	2,35	7,5	4,59
	FORUM	4,51	4,08	2,42	4,5	4,97
	RS-2018	4,56	4,56	2,31	7,5	5,33
	H-9144	4,48	3,83	2,48	6,0	4,77
	DARK	4,90	4,25	2,16	11,0	4,88
	PX 5417	4,43	3,89	2,13	7,5	5,06
	UNIREX	4,40	4,77	2,22	11,5	5,47
	TARIM	4,44	4,10	2,24	10,0	4,83
	UC-82	4,32	3,87	2,10	7,0	5,09
	ARDILLA	4,52	4,24	2,39	8,5	5,13
	T-9950	4,35	4,58	2,52	9,5	5,36
2001						
	SOPRANO	4,65	4,46	2,12	5,0	5,34
	CUMBIA	4,23	4,85	2,18	6,0	5,51
	PERALTA	4,38	4,12	2,06	5,5	4,83
	OLEPEEL	4,15	4,45	2,40	4,5	5,10
	H-9478	4,36	4,46	2,48	6,0	5,07
	SERPIS	4,43	3,79	2,18	3,5	4,62
	PAVÍA	4,39	4,73	2,34	6,0	5,47
	ERCOLE	4,35	4,72	2,37	7,0	5,58
	SOTO	4,40	4,17	2,02	5,0	4,42
	UC-82	4,35	3,70	2,34	6,0	4,37
	MONTEGO	4,42	4,67	2,23	6,0	5,55
	H-9491	4,25	4,25	2,33	4,0	5,10
	H-8892	4,26	3,63	2,25	2,5	4,25
	JAGUAR	4,35	4,70	2,26	8,0	5,60
	AR-35356	4,28	4,56	2,28	4,5	5,40
	NIVELES	Max. 4,3	Más de 5	Más de 2	Lo más bajo posible	Lo más alto posible

Luego tenemos la variedad Pavía (híbrida), tan productiva como Río Fuego del agricultor, más precoz, pero con algo más de tomate podrido. De entre el resto, que son todas variedades abiertas habría que considerar la precocidad que nos puede interesar porque productivamente son muy similares.

Con relación a las características industriales, diremos que debido a las lluvias se deterioraron todos los índices salvo el color, aún así Río Grande, Río Fuego y ACE F55 tienen un ºBrix aceptable y los demás bajo.

Con relación a consistencia Bostwick son todas malas salvo Pavía y Royal Ball del agricultor. Los pH son todos muy altos y el color es aceptable en todas.

Resultados del año 2000

En cuanto a producción, todas las variedades con producción superior a Dark se han situado por encima de la media, habiendo tenido un comportamiento excepcional ZU-279, muy bueno Perfectpeel y Premium y luego, un grupo de variedades entre las que se encuentra Soto con un buen comportamiento.

Con relación al tomate verde, dentro del grupo que está por encima de la media en producción nos encontramos con que hay una variedad bastante precoz, que es la RS 2018, un grupo que podemos considerar de precocidad media entre los que se encontrarían las variedades Oxford, ZU 279, Premium, Forum y Perfectpeel, un poco más tardía WSX 28 y luego podríamos considerar tardío el comportamiento de las variedades H-9665 y Soto, y muy tardío el de H-9144 y H-9036, con excesivas cantidades de tomate verde.

Con respecto a las observaciones fenológicas, todas estas variedades van bien en todo, con algunos matices en cuanto a cobertura foliar y sobre todo a agrupación de la maduración, cuyo comportamiento va parejo al de la precocidad y cantidad de tomate verde.

Con relación a las características de los frutos nos parece que no han cubierto bien las variedades RS-2018 y H-9144, muy bien todas en sanidad y con relación a la dureza sobresale Soto, muy alta también la de H-9036, aunque quizás tenga algo que ver con su falta de precocidad, muy buena en H-9665 y Oxford, y normal en el resto, bajando algo en WSX-28.

En tamaño sólo sigue siendo la mayor.

Con relación a las características industriales, muy bien en color y consistencia Bostwick todas las variedades y mal en º Brix y en pH, exceptuando H-9665 en este último índice.

Resultados del año 2001

Las variedades que se encuentran por encima de la media son todas las que tienen producciones superiores a UC-82 (9 variedades) y constituyen dos grupos prácticamente homogéneos. En el grupo de cabeza, con altas producciones están Soprano, Cumbia, Peralta, Olepeel y H-9478, el segundo grupo lo constituyen Serpis, Pavía, Ercole y Soto.

Con relación al tomate verde, Ercole y Pavía se presentan como las variedades más precoces de los dos grupos, H-9478, Serpis, Peralta como medias y Soprano, Olepeel y Cumbia como algo más tardías y Soto como muy tardía.

Con relación a las características fenológicas de las plantas, buen comportamiento en general, siendo Serpis un poco más sensible a enfermedades y Soto, seguida de Cumbia como peor agrupación de la maduración.

Con respecto a las características de los frutos, encontramos como sensibles a enfermedades las variedades Olepeel, Serpis, Ercole y Pavia.

En dureza, muy bien Soto, seguida de Serpis y Peralta, bien Soprano, Olepeel y H-9478, y el resto aceptable.

Los tamaños de fruto han sido muy gruesos los de las variedades Cumbia, Soprano, Soto y Pavía, algo menor Peralta y medios el resto. Jaguar no es una variedad de industria sino de plaza, por lo que su tamaño medio es muy alto y la dureza muy blanda.

Con relación a las características industriales (Tabla VI) muy buen color y consistencia Bostwick y buenos pH da Olepeel, Cumbia y ligeramente altos en el resto, salvo Soprano que lo tiene muy alto.

El ºBrix muy bajo en Serpis, Peralta y Soto, bajo en Olepeel, Soprano y H-9478 y aceptable, aunque bajo en el resto.

Recomendaciones

Tenemos que hacer una clara separación entre las variedades híbridas y las de polinización abierta o estándar.

Entre las primeras podemos recomendar como precoces Ercole y Pavía, aunque con ésta última hay que tener cuidado con la sanidad de los frutos.

Ciclo medio muy productivo ZU-279, seguida de Soprano, H-9478, Cumbia y Olepeel, y algo más tardías H-9665 y Soto.

Entre las variedades estándar Red Setter y UC-82, algo más precoces que Río Fuego, Río Grande, tanto las del agricultor como las de la empresa y Royal ball han dado buenos resultados.

AGRADECIMIENTOS

A D. Antonio Ruiz Ortego, agricultor colaborador, que nos proporcionó sus variedades, y con su labor hizo posible la realización de estos ensayos.

A Heinz Ibérica, por la realización de los análisis cualitativos de las variedades en 1999.

A las empresas de semillas por habernos proporcionado sus variedades.

BIBLIOGRAFÍA

Informaciones técnicas del Gobierno de Aragón números 79/1999 y 90/2000 sobre resultados de los ensayos de tomate de industria de Miguel Gutiérrez López.

DOMÍNGUEZ GARCÍA, TEJERO. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Ed. Dossat, S.A.

C.M. MESSIAN, D. BLANCHARD, F. ROUXEL, R. LAFON, INRA. Enfermedades de las hortalizas. Mundi-Prensa.

Comportamiento de la fresa bajo el sistema de cultivo ecológico en transición[1]

SONIA REGINA DE MELLO PEREIRA

RESUMEN

La idea de una alimentación «limpia», sin trazos químicos industrializados está atrayendo la atención de un número de consumidores cada vez mayor. El mercado de productos orgánicos crece a tasas de 10% al año en Brasil y de 25-40% en el mundo. Para ofrecer ese producto de cualidad y garantir la competitividad y un ambiente saludable, el productor está buscando técnicas que intensifiquen los procesos biológicos en los agroecosistemas y disminuyan la dependencia de insumos externos a su propiedad. En este estudio de dos años se utilizó dos cultivares de fresas conducidos bajo los sistemas de cultivo convencional y el en transición para el ecológico, demostrando el potencial productivo del manejo alternativo de una cultura tan exigente como la fresa. La producción en sistema convencional es mayor para el primero año y se nivela con el sistema en transición, después de este recuperar parte de su equilibrio; la diferencia de productividad entre los manejos tiende a disminuir de acuerdo con el tiempo; el cultivar Vila Nova presentó mayor desarrollo vegetativo en los dos sistemas; los frutos del sistema convencional tienden a concentrar mayor acidez y menor contenido de vitamina C; y el sistema de cultivo en transición beneficia la relación simbiótica micorrízica, con mayor índice de colonización en las raíces de las plantas.

INTRODUCCIÓN

Los pequeños agricultores tradicionales utilizaban sistemas agrícolas complejos y biodiversos, con fuerte interacción entre agricultura y ecología, y donde no se tenía cualquiera degradación ambiental. La modernización de la agricultura ha destruido esta interacción y el lucro, los intereses de los agronegocios, y las políticas vuelven a determinar la producción agrícola, ahora especializada en monocultivos mecanizados. Esa simplificación de la biodiversidad requiere una constante intervención humana en forma de insumos agrícolas, con altos costos ambientales y sociales que no son deseables (ALTIERI, 2001).

La agricultura moderna, llamada de Revolución Verde, prometía acabar con el hambre del mundo. Con todo, después de 4 décadas, todavía hay 786 millones de personas que tienen ham-

bre, evidenciando que el aumento de la producción no soluciona el problema de el hambre, pero sí, la «redistribución del poder de compra y de los recursos a favor de aquellos que están desnutridos», como el Banco Mundial concluyó en 1986 (ROSSET, 2000).

De acuerdo con Rosset (2000), «el único modelo con el potencial para acabar con la pobreza rural y proteger el medio ambiente y la productividad de la tierra para las futuras generaciones es una agricultura basada en la exploración de pequeñas propiedades que lleven los principios de la agroecología». Agroecología es una ciencia que discute muchos principios como reciclaje de nutrientes, diversidad de cultivos y control biológico, incorporando un enfoque de agricultura interaccionando con el medio ambiente y la cuestión social en el medio rural.

En la cultura de la fresa prácticas culturales inadecuadas y perjudiciales al ambiente ocurren mucho a menudo por la carencia de investigaciones. La falta de informaciones induce el agricultor a experimentar cualquier alternativa, buscando garantir la producción. El uso de productos químicos altamente tóxicos no recomendados para la cultura es una práctica muy común (FURLANETTO y col., 1996), causando el aumento de la propaganda negativa de la fresa como una fruta siempre contaminada y peligrosa para el consumo (RONQUE, 1999).

Es necesario, entonces, investigaciones básicas para el conocimiento de las interacciones ecológicas de los agroecosistemas en cuestión, para que estos problemas sean manejados de la manera más racional posible.

Es verdad también que el producto con el sello «sin agrotóxico» tiene mercado cierto, y el lucro del sistema ecológico es el doble del convencional, con un riesgo mucho menor. De acuerdo con Abreu (1999a, 1999b), en un período de 3 a 5 años la productividad del sistema ecológico puede ser más grande que la media alcanzada en el convencional, por el potencial productivo presentado en se tratando de una cultura tan exigente.

Este estudio discute la producción de frutos de dos cultivares de fresa en dos sistemas de cultivo, el convencional y el en transición para el ecológico, demostrando las dificultades del sistema alternativo por la falta de investigaciones y suyo potencial como alternativa a una agricultura familiar en pequeñas propiedades rurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los años de 1999 y 2000, en el Centro Agrícola Demostrativo (CAD), perteneciente a la Alcaldía de Porto Alegre, Río Grande do Sul, Brasil.

Las cultivares seleccionadas fueron Dover, con aptitud para consumo *in natura* (GROPPO y col., 1997), y Vila Nova de doble finalidad (EMBRAPA, 1988).

A través del análisis del suelo se realizó la corrección del área, de acuerdo con las recomendaciones señaladas por Comissão (1995) para el cultivo de la fresa, incorporándose los abonos junto a la construcción de los canteros, con el uso de microtractor y desbrozadera y de azada manual. Se distribuyó el sistema de irrigación con manguera de goteo, para las 3 líneas de cultivo por cada cantero. Después, se colocó la película plástica negra «mulching», y el túnel bajo con el plástico transparente de 150m. Las mudas fueron trasplantadas de 30 x 30 cm, después de aseadas, dejando 7 cm de raíz y 2 a 3 hojas.

El sistema ecológico en transición fue adoptado a partir de la adaptación realizada por el manejo de un productor ecologista con más de 30 años de experiencia en el cultivo de la fresa. Los abonos utilizados fueron el estiércol curtido de ganado y el compuesto elaborado por Ecocitrus[2].

Se utilizó el biofertilizante, el suero de leche (a 20%) para el control de ácaros y para el control de la asociación pulgón-hormiga el extracto de humo. En el limite de los canteros y en los canteros bordaduras se manejó la flora arvense. Al final de la temporada 1999 el abono verde utilizado fue Milheto (*Pennicetum glaucum*) y lab lab (*Dolichos lablab*) como práctica de rotación de cultivos.

Para el sistema convencional se siguieron las recomendaciones de la literatura (REBELO y BALARDIN, 1997), en lo relativo a la aplicación de estiércol curtido de aves y urea, abono foliar con calcio y boro, fertirrigación con la formula 15-5-30, Vertimec 18 CE para control del ácaro, Malathion 500 CE para la asociación pulgón-hormiga, Benlate como prevención para las molestias. Las hierbas adventicias al rededor de los canteros fueron eliminadas por desbrozo manual. Al final del 1999, se plantó pepino rastrero arriba del «mulching».

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con 4 tratamientos con 2 sistemas de cultivo, 2 cultivares y 4 repeticiones. Las medidas del diseño ostentaba bloques de 10 m de longitud por 3 m de ancho, separados por corredores de 0,5 m y canteros bordaduras de 1 m de ancho. Cada parcela tenía 30 plantas en 3 hileras con 10 plantas cada una. Así, cada cantero con 4 parcelas poseía 120 plantas.

La recolección de los frutos se realizó dos veces por semana, en intervalos de 3 a 4 días, de frutos con más de la mitad de su superficie rojizo, los que posteriormente fueron pesados en balanza de precisión y contados.

Las muestras congeladas de frutos fueron utilizadas para los análisis de cualidad, determinando la acidez titulable de acuerdo con la metodología de Instituto (1985), y el contenido de vitamina C con la metodología del Laboratorio de Bromatología del ICTA, UFRGS.

En la evaluación del desarrollo vegetativo de las plantas, se hizo el sorteo de 6 plantas por parcela, recogidas por entero al final del ciclo, y obtenido los pesos de la materia fresca y seca de la parte aérea, y el área foliar.

En 2000, se determinó la colonización radicular con fungos micorrizicos arbusculares (FMA) con el uso de la técnica de coloración de raíces (PHILLIPS y HAYMAN apud COLOZZI-FILHO y BALOTA, 1994). La cuantificación de la presencia de hifas, vesículas y arbúsculos fue realizada segundo la técnica de recuento descrita por Nemec (1992).

Todos los resultados fueron sometidos a análisis de variancia en bloques al azar con factorial, a través del test de aleatorización (PILLAR y ORLÓCI, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el año de 1999, la producción en gramos y el número de frutos por planta fueron significativamente mayores en el cultivo convencional (Figura 1). Pero en 2000, estos parámetros fueron significativos para los cultivares, donde el Vila Nova se sobresalió. En el cultivo en transición en 2000, la producción y el numero de frutos por planta se igualó, tal vez debido a la nutrición del suelo.

El peso mediano de los frutos fue significativamente superior en el sistema convencional en los dos años de cultivo (Figura 1).

Este comportamiento puede ser relacionado con el inicio de la recuperación del equilibrio entre los componentes del agroecosistema, mismo con la disminución de la producción, el qué es discutido por Altieri y Rosset (1996) y Culik (1983).

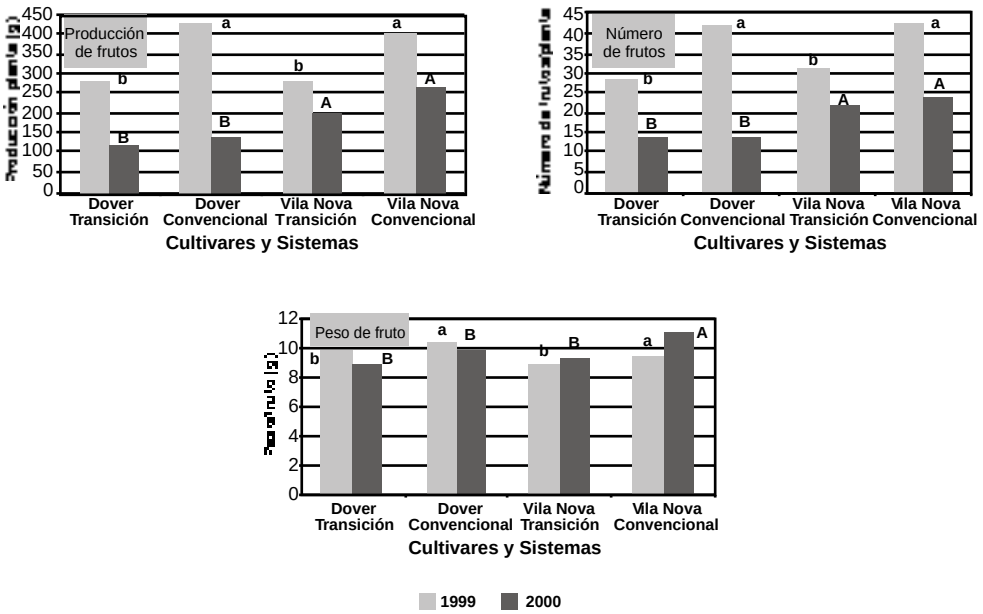


Figura 1. *Media de producción de frutos (en g), del número de frutos y del peso de fruto (en g) por planta de fresa, cvs. Dover y Vila Nova, conducidos bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional (media de 30 plantas/parcela), en las cosechas 1999 y 2000, en CAD, Viamão/RS, Brasil. Medias seguidas de la misma letra minúscula en la barra amarilla y mayúscula en la violeta no difieren estadísticamente entre sí (P<0,05) (Test de aleatorización, Pillar y Orlóci, 1996)*

La productividad del sistema de cultivo en transición en relación al convencional fue 35 y 30% menor el primero año, y 15 y 25% menor el segundo año, respectivamente, para el cultivar Dover y Vila Nova (Figura 1). Resultados semejantes fueron verificados por Swezey y col. (1994) y Gliessman y col. (1990, 1996), con la queda de la producción en sistema convencional a lo largo del tiempo, mientras en sistema ecológico disminuye inicialmente, pero con cultivos sucesivos vuelve a incrementar.

En relación al desarrollo vegetativo, para área foliar y peso seco da parte aérea (Figura 2), el cultivar Vila Nova presentase significativamente superior independiente del sistema de cultivo adoptado y del año, demostrando ser característica inherente del cultivar su mayor vigor vegetativo y su rusticidad.

El test estadístico denotó diferencias significativas para cultivares con relación a acidez titulable de los frutos (Tabla I), donde el Vila Nova presentó valores superiores para los dos años de cultivo, confirmando su sabor subyacido y su aptitud para la industria (EMBRAPA, 1988). Los resultados enseñan también que los frutos del sistema convencional tienden a ser más ácidos y con menor tenor de vitamina C (Tabla I).

De acuerdo con Scheller (2000), después de la introducción de la abonación mineral en 1840, con la divulgación de los trabajos de Justus von Liebig, que revolucionó el concepto de nutrición vegetal, diversos agricultores con espirito critico percibieran que la producción obtenida con los elementos minerales perdieron aroma y paladar.

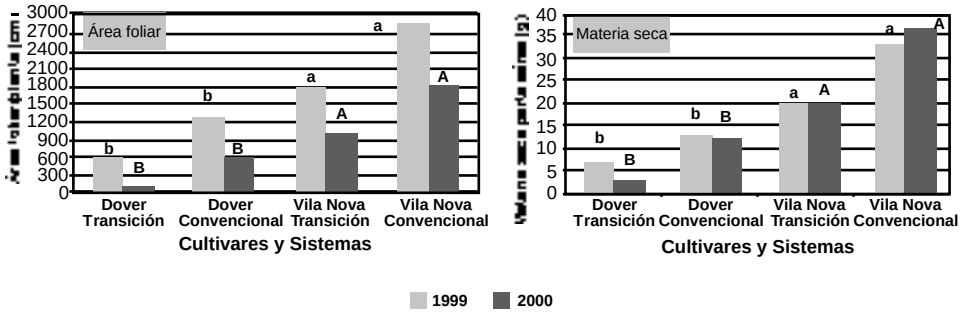


Figura 2. *Media de la área foliar (cm²) y del peso de la materia seca (en g) de la parte aérea por planta de fesa, cv.s. Dover y Vila Nova, conducidos bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional (media de 6 plantas/parcela), en las cosechas 1999 y 2000, en CAD, Viamão/RS, Brasil. Medias seguidas de la misma letra minúscula en la barra amarilla y mayúscula en la violeta no difieren estadísticamente entre sí (P<0,05) (Teste de aleatorización, Pillar & Orlóci, 1996)*

Tabla I. Acidez titulable y tenor de vitamina C de los frutos producidos por planta de fresas, cvs Dover y Vila Nova, conducidos bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional, en las cosechas de 1999 y 2000, en el CAD, Viamão/RS, Brasil

Cultivares		Dover		Vila Nova	
Tratamientos	**Año**	**En transición**	**Convencional**	**En transición**	**Convencional**
Acidez titulable (%)	1999	9,75 b	11,98 b	14,80 a	16,26 a
	2000	9,53 b	11,33 b	16,69 a	15,68 a
Vitamina C (mg/100 g)	1999	44,61 a	35,49 a	27,21 b	21,87 b
	2000	78,84 a	70,44 a	56,87 b	48,57 b

* Medias seguidas de misma letra en la linea, no difieren significativamente entre sí (P<0,05) (Teste de aleatorização, Pillar & Orlóci, 1996).

Observando el porcentaje de colonización de especies nativas de fungos micorrizicos arbusculares (FMA) en sistema radicular de las plantas (Tabla II), y mismo sin la posibilidad del análisis estadístico, puede considerarse que el sistema en transición para el ecológico beneficia la relación simbiótica micorrizica resultando en mayor índice de colonización en fresas (GLIESSMAN y col., 1990, 1996), así como para otras especies vegetales (SWEZEY y col., 1994; MICHEL-ROSALES y VALDÉS, 1996), incluso con mayor diversidad de especies fúngicas (SILVA y col., 1999).

Esto se debe por el hecho del sistema en transición haber sido abonado con productos de liberación lenta, que favorece el desarrollo de FMA, en comparación al sistema convencional, que fue abonado con nutrientes solubles, menos apropiados al desarrollo de este grupo de fungos. Y pelo hecho de en lo sistema convencional haber sido aplicado el funguicida sistémico Benlate, mucho tóxico a los FMA (HETRICK y col., 1990; JOHN, 1992).

Tabla II. Presencia de hifas, arbúsculos y vesículas de especies nativas de FMA en lo sistema radicular de plantas de fresas, cvs. Dover y Vila Nova, conducidos bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional, cosecha de 2000, en CAD, Viamão/ RS, Brasil

Cultivares	Dover		Vila Nova	
Tratamientos	En transición	Convencional	En transición	Convencional
Estructuras				
Hifas	2,0	1,5	1,5	1,8
Vesículas	1,9	1,46	1,7	1,35
Arbúsculos	3,0	1,6	2,76	1,4

* No fue aplicado análisis estadísticos a los resultados relativos a los fungos.

CONCLUSIONES

- La producción del sistema convencional es mayor solo el primero año de cultivo. Después disminuye en los dos sistemas, y se nivel después del agroecosistema recuperar parte del su equilibrio en el sistema de transición.
- La diferencia de productividad entre los sistemas de cultivo tiende a disminuir de acuerdo con el tiempo de cultivo.
- El sistema de cultivo interfiere en la cualidad de los frutos, con los provenientes del sistema convencional más ácidos y con menos tenor de vitamina C.
- El sistema de cultivo en transición beneficia la relación simbiótica FMA x fresa, pudendo servir como bioindicador de equilibrio ecológico en sistemas agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, A.C. (1999a). Avaliação da produção de morangueiro cultivado sob manejo ecológico. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA E ENCONTRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA. 2, 1999, São Paulo. *[Anais]*: Agricultura ecológica. Guaíba: Agropecuária, pp. 181-186.

ABREU, A.C. (1999b). Cultivo orgânico: relatório final do Projeto Terra Viva. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1999, Pouso Alegre. *[Anais]*: Morango tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, pp. 113-114.

ALTIERI, M.A. (2001). *Biotecnología agrícola*: mitos, riesgos ambientales y alternativas. Oakland: Ped-Clades, 41 p.

ALTIERI, M.A.; ROSSET, P. (1996). Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. *International Journal of Environmental Studies*, London, v. 50, n. 1, pp. 165-185.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. (1994). Micorrizas arbusculares. In: Hungria, M.; Araújo, R.S. (Eds.) *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 542 p. (Documentos, 46).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. (1995). *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Río Grande do Sul e de Santa Catarina*. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul. 223 p.

CULIK, M.N. (1983). The conversion experiment: reducing farming costs. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 38, n. 2, pp. 333-335.

EMBRAPA [1988?]. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. *Vila Nova, morango de dupla finalidade*. Pelotas: Embrapa – CPACT. 4f.

FURLANETTO, C. y col. (1996). Doenças do morangueiro e aspectos da produção no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 14, n. 2, pp. 218-220.

GLIESSMAN, S.R. y col. (1996). Conversion to organic strawberry management changes ecological processes. *California Agriculture*, Oakland, v. 50, n. 1, pp. 24-31.

GLIESSMAN, S.R. y col. (1990). Strawberry production systems during conversion to organic management. *California Agriculture*, Oakland, v. 44, n. 4, pp. 4-7.

GROPPO, A.G. y col. (1997). *A cultura do morangueiro*. 2. ed. Campinas: CATI, 27 p. (Boletim Técnico, 201).

HETRICK, B.A.D. y col. (1990). Mycorrhizal influences on big bluestern rhizome regrowth and clipping tolerance. *Journal of Range Management*, Phoenix, v. 43, n. 4, pp. 286-290.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985). *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3. ed. São Paulo: IAL. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.

JOHN, T.S. (1992). The importance of mycorrhizal fungi and other beneficial microorganisms in biodiversity projects. In: WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS MEETING, 3, 1992, Fallen Leaf Lake. *Abstract* … Fallen Leaf Lake, American Society of Forest Nursery. p.99.

MICHEL-ROSALES, A.; VALDÉS, M. (1996). Arbuscular mycorrhizal colonization of lime indifferent agroecosystems of the dry tropics. *Mycorrhiza*, New York, v. 6, n. 3, pp. 105-109.

NEMEC, S. (1992). *Glomus intraradix* effects on citrus roostock seedling growth in various potting media. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 118, n. 3, pp. 315-323.

PILLAR, V.P.; ORLÓCI, L. (1996). On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of releve groups. *Journal of Vegetation Science*, Knivsta, v. 7, n. 5, pp. 585-592.

REBELO, J.A.; BALARDIN, R.S. (1997). *A cultura do morangueiro*. 3. ed. Florianópolis: EPAGRI, 44 p. (Boletim Técnico, 46).

RONQUE, E.R.V. (1999). Principais pragas da cultura do morangueiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1999, Pouso Alegre. *[Anais]*: Morango tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, pp. 51-64.

ROSSET, P. (2000). A nova revolução verde é um sonho. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 1, n. 4, pp. 12-13.

SCHELLER, E. (2000). *Fundamentos científicos da nutrição vegetal na agricultura ecológica*. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 89 p.

SILVA, E. y col. (1999). Infectivity and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in onion production under conventional and organic management in Santa Catarina, Brazil. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF MYCOLOGY, 18, 1999, Estocolmo. *Abstract*… Estocolmo, International Society of Mycology, p. 32.

SWEZEY, S.L. y col. (1994). Granny Smith conversions to organic show early success. *California Agriculture*, Oakland, v. 48, n. 6, pp. 36-40.

NOTAS

1 Parte de la Tesis Doctoral en Fitotecnia del autor, Programa de Pós-Graduación en Fitotecnia, Área de Concentración Horticultura, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Río Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Beca de estudios concedida por CAPES.

2 Associação dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí. Produce un compuesto, a través de su Usina de Compuestagen de Residuos Industriales, reaprovechando la grande cantidad de residuos orgánicos producidos en agroindustrias de la región de Montenegro/RS, en cuya ciudad se localiza su sede.

Influencia de distintas dosis de siembra sobre el rendimiento de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) para su aplicación en cultivo ecológico

AMPARO MORENO[1,2], MARTA Mª MORENO[1], FRANCISCO RIBAS[1], Mª JESÚS CABELLO[1]

[1] C.M.A. «El Chaparrillo» (Ciudad Real). S.I.T.A. de Castilla-La Mancha (España)
[2] E.U. de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha (España)

RESUMEN

Durante los años 1997, 1998 y 1999 se realizó un estudio de campo en Ciudad Real (Castilla-La Mancha, España) para analizar la respuesta productiva de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) cultivada en regadío a distintas dosis de siembra. El diseño estadístico fue en bloques al azar con cuatro repeticiones y cinco dosis de semilla: 100, 125, 150, 175 y 200 kg/ha (260, 330, 395, 460 y 525 semillas/m^2, respectivamente).

Las condiciones climáticas específicas de cada campaña tuvieron un efecto muy marcado sobre el cultivo de la cebada, obteniéndose cada año cosechas de grano y componentes del rendimiento significativamente diferentes.

El cultivo compensó los efectos derivados de las distintas densidades de siembra, resultando producciones de grano y componentes del rendimiento estadísticamente similares en todos los tratamientos ensayados. Por lo tanto, se aconseja no superar los 100 kg semilla/ha, ya que dosis mayores no se traducen en una mejor cosecha y sí supone un mayor gasto energético y un mayor coste para el agricultor, lo que necesariamente se traduce en una menor renta, a la vez que también sería cuestionable la rentabilidad ecológica del sistema.

INTRODUCCIÓN

En nuestro clima semiárido, la agricultura convencional se encuentra muy limitada por los factores ambientales, resultando la mayoría de los años antieconómica y sólo sostenible a base de subvenciones. Pero las limitaciones ambientales reinantes que impiden obtener mejores rendimientos son también limitaciones para el desarrollo de plagas y enfermedades (MECO, 2001), por lo que el cultivo ecológico de cereales puede ser uno de los pilares de la economía agraria de Castilla-La Mancha, junto con la viña y el olivar. Actualmente la cebada es el cereal más sembrado y de mayor importancia económica en la Comunidad, suponiendo un alto porcentaje de la producción total de cereales. Así, según la Confederación de Cooperativas Agrarias de España (CCAE, 1999), la producción cerealística en esta región alcanzó en 1999 los 1,77 millones de

toneladas de grano, de los cuales 1,30 millones fueron cebada, es decir, el 73,5%, lo que justifica la necesidad de mejorar las técnicas de cultivo a la vez que se garantiza la conservación del medio ambiente.

Frecuentemente el cultivo convencional emplea más inputs de los necesarios para obtener una cosecha determinada, lo que supone en unos casos un perjuicio para el entorno, como el mal uso y el abuso de elementos fertilizantes o el despilfarro de agua y otros insumos, y siempre un mayor gasto energético. Además, el mayor coste de la inversión se traduce necesariamente en una menor renta.

La adquisición de semilla para la siembra llega a ser la mayor inversión del cultivo de la cebada. La determinación de la densidad óptima ha sido objeto de varios trabajos con desigual resultado. Así, mientras que unos autores destacan su pequeña influencia sobre la cosecha final (GARCÍA DEL MORAL, 1982; MESSMER, 1994; PONCE y col., 1996; CONRY, 1998), otros obtienen una relación directa entre dosis de semilla y rendimiento en grano (MOLINA, 1989; ISLA y ROYO, 1995).

Con este trabajo se pretende determinar la respuesta productiva de la cebada *Beka*, cultivada en regadío, a diferentes dosis de semilla, para su aplicación tanto en manejo ecológico como convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron durante tres años (1997 a 1999) en la finca «La Entresierra», propiedad de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, situada en Ciudad Real (3º56' W, 39º0' N, altitud 640 m). Para posibilitar la rotación del cultivo se destinaron a este ensayo tres parcelas colindantes idénticas en forma y tamaño.

El suelo es de textura franco-arenosa, ligeramente básico (pH=8,1), no salino (CEe=0,30 dS/m), con un contenido bajo en nitrógeno total (0,1%, Kjeldahl) y en fósforo (13 ppm, Olsen), muy alto en potasio (415 ppm, acetato amónico) y normal en materia orgánica (2,1%).

Se trabajó con la variedad *Beka* por su importancia y arraigo entre los cerealistas de Castilla-La Mancha. La siembra se realizó con sembradora de microparcelas en líneas a chorrillo separadas 20 cm en las fechas siguientes: 25/II (1997), 20/I (1998) y 16/XII (1999).

El cultivo se regó mediante un equipo de aspersión en cobertura total. El período de riego fue variable en función de la climatología y el desarrollo del cultivo, abarcando desde pleno ahijado hasta el estado de grano pastoso. El programa de riegos se estableció de manera que el cultivo recibiera una cantidad total de agua (riego neto + precipitación efectiva) similar al 80% de la evapotranspiración del cultivo (ETc), puesto que parece suficientemente demostrado que esta reducción no varía significativamente el rendimiento de la cebada (MARTÍN DE SANTA OLALLA y col., 1992; MORENO y col., 2000) y puede suponer en años secos un considerable ahorro de agua. La ETc fue determinada en un ensayo adyacente sobre riego de cebada con la metodología expuesta en Moreno *y col.* (2000).

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las dosis de semilla fueron 100, 125, 150, 175 y 200 kg/ha, lo que supuso una media de 260, 330, 395, 460 y 525 semillas/m^2 y de 240, 300, 370, 425 y 480 plantas/m^2, respectivamente, resultando un total de 20 parcelas de 2,4x17 m (42 m^2).

Una vez alcanzada la madurez comercial y antes de cosechar con una cosechadora de ensayos, se tomaron al azar en cada parcela dos muestras de medio metro lineal de cultivo cada una para realizar los conteos y determinar los componentes del rendimiento (número de espigas por metro cuadrado, NES; número de granos por espiga, NGE; peso de los mil granos, PMG). Tanto la producción como el peso de mil granos se ha referido a una humedad estándar del 12%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existen diferencias de rendimiento entre los tratamientos ensayados (Tabla I), es decir, se obtienen producciones similares empleando dosis de semilla de 100 a 200 kg/ha. En esta misma línea, Ponce y col. (1996) afirman que numerosos experimentos realizados en cebada muestran que dosis bajas de semilla producen igual rendimiento al obtenido con dosis varias veces más altas. Conry (1998) relaciona dosis de semilla, fecha de siembra y rendimiento de la cebada. Experimenta con 120, 160, 200 y 240 kg/ha y no obtiene diferencias significativas entre ellas excepto en siembras muy tardías (abril), en que el rendimiento de la dosis más baja resultó ser significativamente menor que el de las demás, similares entre sí. Sin embargo, en los trabajos de Molina y Roca de Togores (MOLINA, 1989), sí se obtiene una relación directa entre dosis de semilla y rendimiento en grano de la cebada, y también Isla y Royo (1995) afirman que el aumento de la densidad de siembra provoca un aumento del rendimiento en grano.

Tabla I. Rendimiento y sus componentes en cebada según la dosis de siembra. Años 1997 a 1999.

Dosis de semilla (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Espigas/m^2	Granos/Espiga	Peso mil granos (g)
100	4773 a	637 a	18.2 a	41.7 a
125	4920 a	666 a	17.9 a	41.8 a
150	4691 a	654 a	17.3 a	41.6 a
175	4793 a	667 a	17.6 a	41.3 a
200	4725 a	678 a	17.3 a	40.7 a
Media	4780	661	17.7	41.4

Para cada parámetro, la misma letra indica que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

En Castilla-La Mancha, la tónica general es el empleo de dosis comprendidas entre 120 y 160 kg/ha, lo que supondría un gasto energético innecesario, ya que la mayor cantidad de semilla sembrada no se traduciría en una mayor producción.

Los componentes del rendimiento tampoco se han visto afectados en este ensayo, mostrando la elevada capacidad que posee la cebada para compensar las distintas densidades de siembra (Tabla I), aumentando, en primer lugar, el número de espigas por planta, de manera que la población de espigas permanece prácticamente constante. La revisión realizada por García del Moral (1982) apoya este resultado, deduciéndose que los cereales sembrados con dosis bajas de se-

milla presentan una mayor tasa de ahijamiento, con lo que aumenta el número de tallos por planta, de manera que variaciones importantes en la densidad de siembra tienen poco efecto sobre la cosecha.

Sin embargo, Isla y Royo (1995), trabajando con la variedad hexástica *Barbarrosa*, obtienen una elevación del componente NES y una disminución del NGE al aumentar la dosis de siembra, pero no encuentran variaciones significativas en el PMG al cuadriplicar la dosis de semilla sembrada de 30 a 125 semillas/surco, que supusieron en campo 107 y 429 plantas/m^2, respectivamente.

El análisis de varianza (Tabla II) indica que todos los parámetros medidos presentan diferencias al 1% entre campañas, lo que pone de manifiesto la variabilidad de la cosecha de un año a otro en función de la climatología, incluso cuando el cultivo se mantiene en regadío. No existe efecto de la interacción Dosis x Año, por lo que se puede afirmar que la ausencia de diferencias entre tratamientos se produce en los tres años de experimentos, de manera que las características particulares de cada campaña no han beneficiado más a un tratamiento que a otro.

Tabla II.- Resumen de los análisis de varianza (F calculadas) del rendimiento y sus componentes en cebada según la densidad de siembra. Años 1997 a 1999.

Fuentes de variación	G. L.	Valores de F calculada			
		Rendimiento	Espigas/m^2	Granos/Espiga	Peso mil granos
Dosis de siembra (DS)	4	0.99	1.41	2.40	1.62
Año (A)	2	40.42**	103.55**	15.32**	122.41**
DS x A	8	0.36	0.84	0.55	0.26
Error experimental	36				

**: Significativo con $P \geq 0.01$.

CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas específicas de cada campaña tienen un efecto muy marcado sobre el cultivo de la cebada, de manera que para una misma variedad y zona de producción y con idénticos cuidados culturales, la producción de cebada varía notablemente de unos años a otros en función de la climatología.
- La fase de ahijamiento es una de las etapas más importantes en el desarrollo de la cebada, ya que constituye un proceso compensador de la densidad de plantas.
- La cebada posee una gran capacidad para compensar los efectos derivados de las densidades de siembra bajas o demasiado espesas, de manera que el empleo de dosis de semilla comprendidas entre 100 y 200 kg/ha no influye significativamente en el rendimiento de la cebada *Beka* ni sobre ninguno de sus componentes.
- Se recomienda no superar los 100 kg/ha de semilla, pudiéndose cuestionar tanto la rentabilidad económica como ecológica del sistema de siembra habitual, que con frecuencia duplica ampliamente esta dosis.

BIBLIOGRAFÍA

CCAE, CONFEDERACIÓN DE COOPERATIVAS AGRARIAS DE ESPAÑA (1999). Cereal. Tierras de Castilla y León, 50, 6-8.

CONRY, M.J. (1998). Influence of seed rate and sowing date on the yield and grain quality of Blenheim spring malting barley in the south-east of Ireland. The Joumal of Agricultural Science, 130 (3), 307-315.

GARCÍA DEL MORAL, L.F. (1982). Estudio de algunos aspectos ecofisiológicos en el análisis de la producción de grano en los cultivos de cebada (gen. *Hordeum* L.). Tesis doctoral. Universidad de Granada.

ISLA, R.; ROYO, A. (1995). Efecto de la densidad de siembra y del tamaño de semilla en cebada sobre la producción de grano en condiciones salinas. XIII Jomadas Técnicas sobre Riegos (Tenerife), 285-293.

MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.; DE JUAN, J.A.; TARJUELO, J.M., (1992). Respuesta al agua en cebada, girasol y maíz. Ed. UCLM - ITAP de Albacete. 146 pp.

MECO, R. (2001). Manejo agroecológico de cultivos herbáceos. Ed. Universidad de Castilla-La Mancha. En prensa.

MESSMER, Y. (1994). Le recul de l'orge d'hiver et de l'escourgeon. *En* L'orge de brasserie. Perspectives Agricoles, 195, XLV-XLVI.

MOLINA, J.L. (1989). La cebada. Ediciones Mundi-Prensa, 252 pp.

MORENO, A.; CABELLO, M.J.; MORENO, M.M.; RIBAS, F. (2000). Respuesta de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) a distintas dosis de riego. XVIII Congreso Nacional de Riegos (Huelva), 54, 31-32.

PONCE, R.G.; MASON, S.C.; SALAS, M.L. (1996). Influence of seeding and N rates on grain characteristics of winter barley under semi-arid conditions. Agrochimica, 40 (2-3), 114-122.

Estudio de la fertilización y el desherbado en el cultivo de cebada en secano

G. PARDO, F. VILLA, J. AIBAR[1], J. A. LEZAÚN[2], C. LACASTA[3], R. MECO[4], P. CIRIA[5], C. ZARAGOZA

Departamento de Agricultura - DGA. Apdo727, 50080 Zaragoza. (gpardo@aragob.es)
[1] Escuela Politécnica Superior de Huesca. Ctra. de Zaragoza, s.n. 22071 Huesca
[2] ITGA. El Sario. Cra. El Sadar. 31006 Pamplona
[3] CSIC. Finca La Higueruela. 45530 Santa Olalla (Toledo)
[4] SIA Conserjería Agricultura. 45075 Toledo
[5] EUIA. Soria. Univ.de Valladolid. Campus Universitario 42004 Soria

RESUMEN

Se presentan los resultados de cinco ensayos de cereales en Huesca, Navarra, Toledo, Soria y Zaragoza, de la campaña 2000-2001. En ellos se compara la influencia de tres tipos de fertilización (orgánica, química y testigo sin fertilizar) y de tres tipos de desherbado (un pase de grada de varillas flexibles, una aplicación convencional de herbicidas y testigo sin escarda) sobre el control de malas hierbas y la producción del cereal, desde hace cinco años. La combinación de los tipos de fertilización y de escarda da 9 opciones de posible manejo. Para tres de ellas: sistema de mínimos (sin fertilizar y sin escardar), ecológico (fertilización orgánica y escarda mecánica) y convencional (fertilización química y escarda química) se efectuó un estudio económico comparativo de gastos e ingresos utilizando los datos de las producciones obtenidas, en cinco años, en el ensayo de Zaragoza. Se observaron pérdidas de nitratos importantes en todos los tipos de fertilización estudiados, pero fueron mayores en las parcelas abonadas químicamente. En ellas se obtuvo una mejor producción como media, aunque no en todas las localidades. El herbicida ejerció, como norma general, un mejor control que la grada de varillas flexibles, pero ello no implicó una mejor cosecha al final de la campaña. Ninguna técnica de escarda logró obtener una producción significativamente superior al testigo sin escardar. El sistema de mínimos insumos generó mayores beneficios económicos, en el ecológico la clave fue vender el producto a mayor precio, de lo contrario pasó a ser el sistema productivo menos rentable.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de cereales en los secanos semiáridos españoles podría adaptarse a las exigencias que regulan la agricultura ecológica, ya que con rendimientos normalmente bajos (2.000-3.000 kg/ha) la producción depende más de la pluviometría y su distribución que de los insumos agrícolas (LÓPEZ-BELLIDO y col.,1996). En esas zonas la aplicación de las técnicas

aceptadas en agricultura ecológica es algo relativamente habitual, ya que la aplicación de productos químicos de síntesis (abonos y herbicidas) es cada vez más escasa porque su uso no siempre conlleva un aumento de la producción que compense los gastos derivados de su aplicación, pues aquella se encuentra limitada por las frecuentes condiciones de sequía. Así, por ejemplo, se estima que en la provincia de Ciudad Real, en el cereal de secano, sólo se aplican herbicidas en un 13% de la superficie sembrada (RODRÍGUEZ PÉREZ y DÍAZ-SALAZAR, 2002), o que en Aragón sólo se aplican 30 U.F. de N/ha, como media, en cultivo de trigo duro en secano (MAPA, 2000).

En este trabajo se analiza la influencia de distintos tipos de fertilización y de escarda, y los beneficios agronómicos de una rotación de cultivos en secano, en diferentes localidades españolas de clima semiárido. Se muestran las producciones obtenidas en 5 localidades, durante 2001, con tres tipos de fertilización. En el ensayo de Zaragoza se realizó una estimación comparativa de las pérdidas de nitratos que se producen al aplicar estos tres tipos de fertilización. También se comparó el efecto de los tres tipos de escarda sobre el control de malas hierbas y la producción final. Asimismo, con los datos obtenidos del ensayo de Zaragoza desde el inicio del experimento, en 1997, se ha realizado un estudio económico para tres de las nueve posibilidades resultantes de combinar los tres niveles de cada factor estudiado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de este trabajo corresponden al 5º año de una rotación: cebada (96-97) veza (97-98) trigo duro (98-99) barbecho (99-2000) cebada (2000-2001), llevada a cabo con el mismo modelo de ensayo en 5 localidades de clima semiárido de Huesca, Navarra, Toledo, Soria y Zaragoza. Para llevar a cabo la rotación, estos ensayos constan de dos unidades de cultivo adyacentes, en una se siembra el cereal (trigo o cebada) y en la otra se deja en barbecho o se implanta veza, según corresponda. En ambos casos se incorporan al suelo los restos del cereal (paja) sembrado el año anterior. Cada año, la unidad en que se siembra cereal se divide en parcelas elementales de 90 m^2 según un diseño «split-plot», con dos factores: fertilización y escarda y tres niveles en cada factor:

a) *Factor principal (fertilización):* **1:** testigo sin fertilizar, **2:** fertilización orgánica: 2500 kg/ha compost (humedad: 33,3%, M.O: 57,4%, C: 27,8% N: 2,9%, P_2O_5:1,4%, K_2O:5,1% y Na: 0,89%). El origen del compost y su elaboración fue el mismo para todos los ensayos, **3:** fertilización química (70-60-60 U.F./ha de N, P, K), el N fraccionado en fondo y cobertera.

En el ensayo de Zaragoza se analizó el contenido de nitratos del suelo a 30, 60 y 90 cm de profundidad antes de implantarse el cultivo y tras la recolección del mismo, mediante análisis cromatográfico. También se analizó el nitrógeno total (método Dumas) de la biomasa (paja, grano y malas hierbas) según el tipo de fertilización aplicada. Con estos datos se compararon las pérdidas de nitrógeno que se producen con la aplicación de cada fertilizante. Estas pérdidas (P) son por lixiviación fundamentalmente, pero también pueden ser por desnitrificación, volatilización e incluso puede producirse una inmovilización del nitrógeno mineral, se estimaron según la fórmula descrita por Sexton y col. (1996):

$$P = N_{final}-N_{ini}-N_{planta}+N_{fert}+N_{min}$$

Siendo: (N_{ini}): N-NO_3^- en suelo antes de la siembra, (N_{final}): N-NO_3^- en suelo tras la cosecha, (N_{planta}): Nitrógeno total extraído por la planta, (N_{fert}): el nitrógeno aplicado como fertilizante. Se supuso una mineralización del nitrógeno orgánico (N_{min}) similar para todas las parcelas y tipos de fertilización.

b) *Factor secundario (escarda):* **1:** testigo sin escarda, **2:** escarda mecánica, con un único pase de grada de varillas flexibles, marca Hatzenbichler, en el sentido de las líneas de siembra durante el ahijamiento del cultivo, **3:** escarda química, mediante un herbicida elegido por los técnicos responsables del ensayo según el momento y la flora arvense presente, buscando selectividad y eficacia, a una dosis autorizada y en el momento adecuado. Las operaciones más relevantes llevadas a cabo en cada ensayo, así como la precipitación recogida desde la sementera hasta junio se recogen en la Tabla I.

Tabla I. Principales labores llevadas a cabo en los ensayos en 2001

	Huesca	Navarra	Toledo	Soria	Zaragoza
Fecha siembra	14/2/01	10/11/00	20/3/01	23/2/01	5/2/01
Variedad	«Grafic»	«Scarlett»	«Grafic»	«Grafic»	«Grafic»
Dosis (kg/ha)	150	120	170	190	150
Fecha apl. compost	14/2/01	9/11/00	20/3/01	22/2/01	5/2/01
Fecha fert. química fondo y dosis	14/2/01 32-60-60	9/11/00 0-60-60	20/3/01 45-45-45	22/2/01 27-50-50	5/2/01 32-60-60
Fecha fert. química cobertera y dosis	10/4/01 38-0-0	8/2/01 60-0-0	26/4/01 54-0-0	10/4/01 53-0-0	3/4/01 38-0-0
Fecha pase de grada	5/4/01	21/12/00	3/5/01	10/4/01	22/3/01
Fecha apl. herbicida	15/5/01	15/2/01	3/5/01	5/5/01	22/3/01
Herbicida y dosis	imazametabenz (1,5 l/ha)	diclofop-metil 36% (1,5 l/ha) + tribenuron 75% (15 g/ha)	bromoxinil 7,5% + ioxinil 7,5% MCPP 37,5% (2,5l/ha)	2,4,D + MCPA (1l/ha)	diclofop metil 36% (2,5l/ha) + diflufenican 2,5%+ MCPA 25% (2l/ha)
Precipitación (mm) de siembra a cosecha	181	248	128	130	80

Se realizaron conteos de malas hierbas tras las operaciones de escarda, a los 20 días de haber efectuado el tratamiento. Se cosechó con microcosechadora y los datos de producción obtenidos se trasformaron al 14% de humedad. El análisis de la varianza se realizó a nivel de cada ensayo según el diseño indicado, mediante el programa estadístico Systat 7.0.

Para el *estudio económico* se estimaron los costes (labores efectuadas y materias primas) e ingresos (venta del cereal y subvenciones), se utilizaron los datos del ensayo de Zaragoza durante los 5 años que se ha llevado a cabo la mencionada rotación y para las parcelas en que se sembró cereal (97, 98 y 2001 cebada, 99 y 2000 trigo duro). Para este estudio económico

se eligieron tres de las nueve combinaciones (o manejos) posibles de los dos factores de estudio:

– testigo sin fertilizar x testigo sin escarda, que denominamos «sistema de mínimos»
– fertilización orgánica x escarda mecánica: «sistema ecológico»
– fertilización química x escarda química: «sistema convencional»

Se contabilizaron las labores realizadas en cada tipo de manejo y se agruparon de la siguiente manera:

– Labores comunes a todos los sistemas productivos: 1ª Alzado del terreno. 2ª Pase cruzado con cultivador. 3ª Preparación del lecho de siembra. 4ª Siembra. 5ª Cosecha. Son las únicas efectuadas en el llamado «sistema de mínimos».
– Labores específicas del «sistema ecológico»: fertilización orgánica y escarda mecánica.
– Labores específicas del «sistema convencional»: abonado de fondo, abonado de cobertera y aplicación de herbicida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fertilización

Pérdidas de nitratos

La figura 1 muestra el contenido de nitrógeno en forma de nitratos, inicial y final del suelo, para cada tipo de fertilización y a cada profundidad.

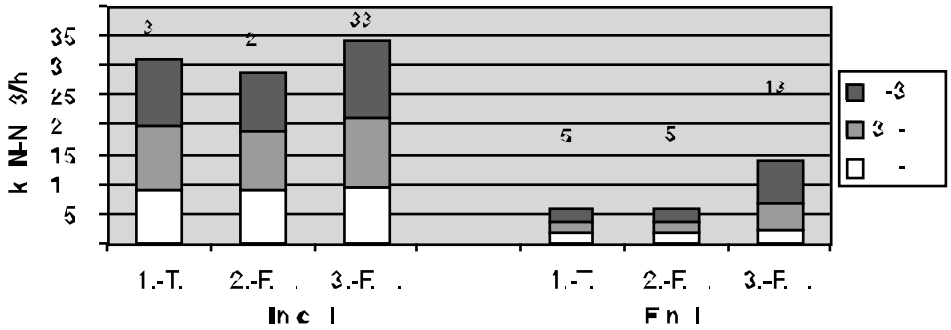


Figura 1. *N-NO_3^- antes y después del período del cultivo (2000-2001)*

Se observó, al inicio del ensayo, un contenido de nitratos elevado para una zona semiárida. Otros autores partieron de contenidos mucho menores en nitratos para el cultivo de cereales en estas zonas (LEZÁUN y col., 2001; ANGÁS, 2001). Estos nitratos procederían de la mineralización de la materia orgánica, ya que esta parcela había permanecido en barbecho el año anterior. Al final del período, su contenido disminuyó considerablemente por las extracciones del

cultivo, malas hierbas (Figura 2) y diversas pérdidas (Tabla II). En las parcelas fertilizadas químicamente queda una mayor reserva de nitratos (Figura 1), que pueden perderse en etapas sucesivas. Si esto no sucede serían utilizados por el cultivo siguiente.

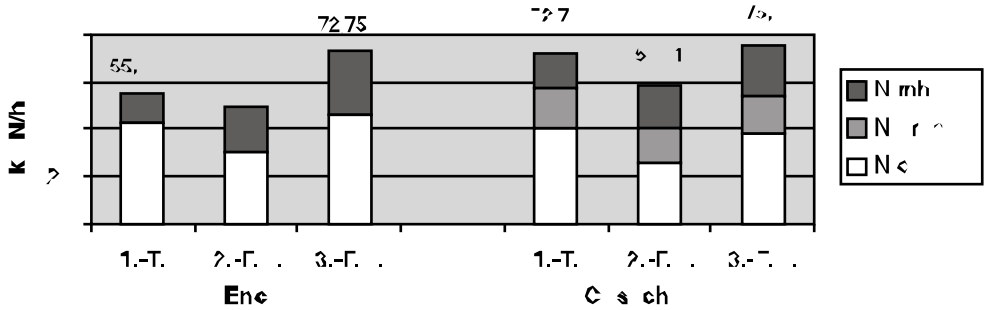


Figura 2*. Contenido de nitrógeno en la biomasa (cebada y malas hierbas) durante el encañado y al final del período del cultivo (2000-2001). Columnas con letras distintas en cada etapa difieren significativamente en el test LSD (p<0,05)*

La biomasa procedente de las parcelas fertilizadas químicamente extrajo mayor cantidad de nitrógeno, pero no por parte del grano, sino por parte de la paja y malas hierbas. Paradójicamente las mayores extracciones de N en cuanto a grano se produjeron en parcelas sin fertilizar. Las extracciones totales fueron menores en fertilización orgánica, aunque en cuanto a grano fueron similares a las fertilizadas químicamente.

Las extracciones estimadas en el momento de la cosecha (Figura 2) y el contenido inicial y final de nitratos en el suelo (Figura 1) fueron datos utilizados para estimar las perdidas en cada tipo de fertilización, Tabla II.

Tabla II. Balance parcial de nitrógeno en cada tipo de fertilización (kg N-NO_3^-/ha)

1.Testigo			2.F. Orgánica			3.F. Química		
N-NO_3^- (i-f)	**Extr.**	**pérdidas**	**N-NO_3^- (i-f)**	**Extr.**	**pérdidas**	**N-NO_3^- (i-f)**	**Extr.**	**pérdidas**
252	73	179*	235	58	177*	201(+70)	75	196*

*sin contabilizar el N mineralizado procedente de la materia orgánica.

El contenido inicial de nitratos ha propiciado que, pese a ser una parcela en secano, se hayan producido importantes perdidas de estos, posiblemente por percolación (LÓPEZ-BELLIDO y col.,1997), en todos los tipos de fertilización e incluso en las parcelas sin abonado. Lógicamente, estas pérdidas han sido aún mayores en parcelas fertilizadas químicamente.

Producción según fertilización

Hay que resaltar la deficiente cosecha obtenida en todos los ensayos (Figura 3), exceptuando el de Navarra, que fue el único que se sembró en la época adecuada y el que mayor pluviome-

tría recibió, en el resto, las condiciones meteorológicas adversas (con mucha lluvia en el invierno y sequía primaveral) impidieron obtener una buena cosecha. En Navarra se achaca el buen resultado de la fertilización química al abonado nitrogenado de cobertera, aplicado en su totalidad a la salida del invierno, lo que supuso un mejor aprovechamiento de este nutriente al no ser lavado del perfil, pues las lluvias disminuyeron tras su aplicación. Este buen dato de la fertilización química en Navarra, junto con Soria, hizo que la media en el conjunto de los ensayos fuera también favorable a este tipo de fertilización pero sin diferencias significativas. Por el contrario en el resto de ensayos, este tipo de fertilización resultó ser la peor opción. No es extraño, en condiciones de secano obtener respuestas negativas de la producción a la fertilización nitrogenada (VAN HERWAARDEN y col., 1998; BETRÁN Y PÉREZ BERGES, 1997).

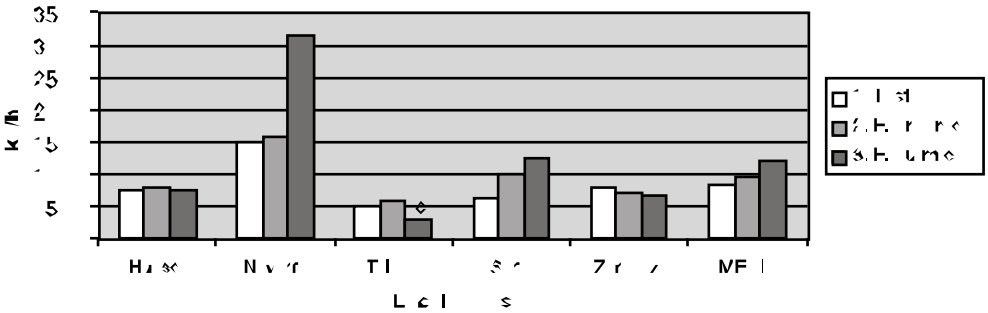


Figura 3. *Producciones (kg/ha al 14% humedad) de los ensayos, en 2001, según la fertilización aplicada. Columnas con letras distintas en cada localidad difieren significativamente en el test LSD (p<0,05)*

Escarda

Control de las hierbas

La Tabla III muestra la densidad de flora arvense (pl/m^2), cuando se consideró que las labores de escarda habían producido ya todo su efecto en lo que respecta al control de malas hierbas.

Tabla III. Densidad de flora arvense (pl/m^2) en cada localidad tras las labores de escarda

	Huesca	Navarra	Soria	Zaragoza	Media	%control
1. Testigo	544(a)	69 (a)	96	48	**189**	0
2. E.mecánica	208(b)	59 (a)	34	52	**88**	53
3. E.química	69(c)	0,5 (b)	73	41	**46**	76

Columnas con letras distintas en cada localidad difieren significativamente en el test LSD (p<0,05)

En Navarra y Huesca el tratamiento herbicida resultó ser muy eficaz. En Huesca hubo una alta densidad de malas hierbas pero éstas eran dicotiledóneas de pequeño porte (*Papaver rhoeas, Verónica hedaerifolia y Fumaria officinalis*) recién emergidas. En Zaragoza se trataba principalmente de *Lolium rigidum* en avanzado estado, que ni siquiera se había podido eliminar com-

pletamente en el momento de la siembra, pues las persistentes lluvias otoñales e invernales no habían permitido realizar las labores adecuadas. En este ensayo, el herbicida tuvo escaso efecto, y en el caso de la grada de varillas flexibles, este efecto fue nulo. En Soria se observó un mejor control con la escarda mecánica, y en Toledo no se realizaron conteos tras los tratamientos, ya que la flora arvense era escasa en todas las parcelas como consecuencia de haber realizado la siembra en una fecha muy tardía.

El herbicida fue, en general, más eficaz en cuanto al control de flora arvense, que la grada de varillas flexibles, hecho observado también por Lacasta y col. (1997), aunque ésta obtuvo un mejor resultado en algunos casos. Estas variaciones en la eficacia se deben por un lado, al tipo de flora arvense presente y a su estado de desarrollo y, por otra parte, a las condiciones climáticas posteriores. La ausencia de lluvias favorece que las malas hierbas arrancadas o dañadas tras el pase de la grada mueran o retrasen su crecimiento, dando ventaja al cultivo. La humedad posterior, por el contrario, facilitaría que enraizaran de nuevo, pero sería beneficioso para la acción de un herbicida residual.

Producción según escarda

En Huesca y Soria se consiguió una mayor producción con la escarda mecánica, sin embargo en Toledo y Zaragoza fue la peor opción, incluso por detrás del testigo (Figura 4). Es posible, que en estos ensayos se produjera una mayor evaporación tras el pase de la grada, que acentuara más si cabe, la sequía. En Toledo, además, se pudo producir daños al cultivo, pues el pase se realizó muy tarde (3 de mayo).

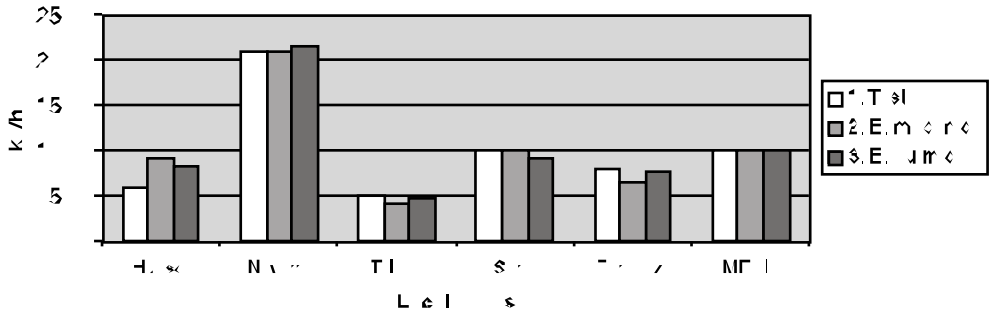


Figura 4. *Producciones (kg/ha al 14% humedad) de los ensayos, en 2001, según la escarda aplicada. Columnas con letras distintas en cada localidad difieren significativamente en el test LSD (p<0,05)*

Las diferencias de eficacia en cuanto a control de malas hierbas registradas a mitad de ciclo del cultivo no se tradujeron al final en diferencias de producción de grano. Una mayor eficacia no supuso necesariamente un aumento en la producción. Las medias de producción fueron prácticamente iguales entre parcelas escardadas mecánica o químicamente, pero también lo fueron frente al testigo sin aplicar ninguna medida de control, con mayor presencia de malas hierbas. Esto puede ser debido al efecto preventivo que la rotación ejerce sobre la infestación de malas hierbas en el cultivo siguiente, y que puede ser suficiente para mantener la flora arvense en niveles que no llega a afectar significativamente al cultivo, aunque hay que tener en cuenta que no se conoce la producción potencial (en parcelas totalmente limpias).

Estudio económico

Ingresos

Se efectuó una estimación de ingresos y gastos para tres tipos de manejo descritos en el apartado de material y métodos. Las producciones obtenidas en Zaragoza en los 5 años y para cada manejo fueron las siguientes:

Tabla IV. Producción obtenida en Zaragoza (kg/ha) en 1997-01

	Mínimo	Ecológica	Convencional
1997 (cebada)	2650	2701	2542
1998 (cebada)	3836	3757	3567
2001 (cebada)	883	646	789
Media	**2456**	**2368**	**2299**
1999 (trigo duro)	1222	944	988
2000 (trigo duro)	2819	2840	2922
Media	**2021**	**1892**	**1955**

Los ingresos procedieron de la venta del cereal y de las distintas subvenciones según el manejo llevado a cabo. Como las producciones fueron fundamentalmente iguales para los tres tipos de manejo (Tabla IV), los mayores ingresos se produjeron en la opción ecológica y en la de mínimos, si se vende el cereal a precio ecológico, ya que el precio de venta del producto se estima un 65-70% más caro. Además, las opciones ecológicas disfrutan de mayores subvenciones por parte de la Administración. El «sistema de mínimos» puede considerarse también ecológico ya que se ha efectuado una rotación con incorporación de residuos al suelo, lo que permite mantener la fertilidad del suelo en años sucesivos (LACASTA y MECO, 2000).

Gastos

Lógicamente los menores gastos correspondieron al «sistema de mínimos», ya que no se realizan operaciones ni de fertilización ni de escarda. El «sistema ecológico» es el que mayores costes originó por los gastos derivados de la adquisición y distribución del compost, mayores que el convencional, a pesar de que la labor de escarda mecánica es más barata que la aplicación de cualquier herbicida.

Beneficios

A partir de los ingresos y los gastos se estimaron los beneficios para cada opción estudiada, los resultados fueron los siguientes (Figura 5).

En la media de los 5 años se observa un beneficio económico similar entre la opción ecológica y la de mínimos, siendo peor opción la convencional. Lacasta y Meco (2000); Agreda y Abós (2001) también estimaron beneficios mayores en una rotación ecológica de cereales fren-

te a una convencional en zonas semiáridas. Como las producciones han sido prácticamente iguales en los tres tipos de agricultura analizados, las variaciones en la cuantía de los beneficios vendrán determinadas por los costes de las labores y materias primas aplicadas y por el precio de venta. Así, el menor coste de los recursos en el «sistema de mínimos» se vio compensado por el mayor precio de venta del producto en el «sistema ecológico» para obtener prácticamente el mismo beneficio (Figura 5). Ahora bien, si vendemos la producción obtenida en el sistema de mínimos a precio ecológico, esta pasa a ser la mejor opción. Por el contrario, si el cereal obtenido mediante el «sistema ecológico» se vende a precio convencional, esta pasa a ser la peor opción. En el año 2001 hubo pérdidas en la mayoría de los sistemas debido a la escasa cosecha obtenida (Tabla IV).

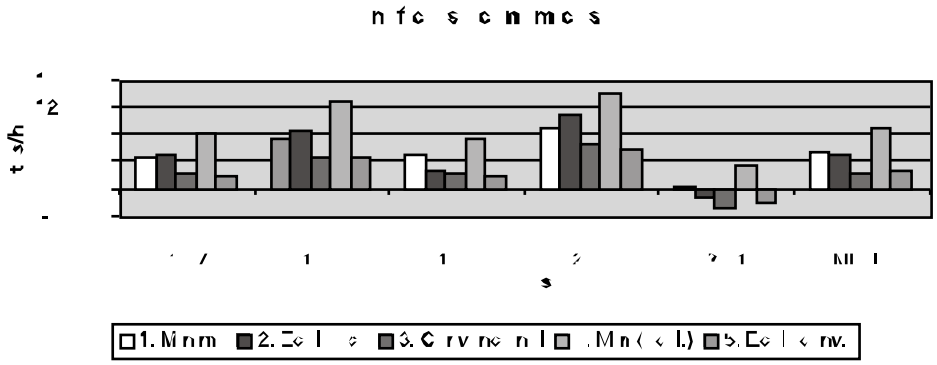


Figura 5. *Beneficios obtenidos según el manejo aplicado, 1997-2001*

CONCLUSIONES

De los datos obtenidos y en las condiciones de los ensayos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Fertilización: En el ensayo de Zaragoza se produjeron importantes pérdidas de nitratos en todos los sistemas de fertilización, incluso en las parcelas sin fertilizar. Lógicamente con la aplicación de fertilizante se produjeron más pérdidas y quedó en el suelo mayor cantidad de nitratos, susceptible de ser lavados posteriormente. Aunque la fertilización química obtuvo como media, y en algún ensayo, mayor producción, este hecho no se puede extrapolar al conjunto de los ensayos, pues en algún caso resultó ser incluso contraproducente. Ningún tipo de fertilización parece determinante a la hora de obtener una mejor cosecha, ya que, en la mayoría de ensayos, el testigo sin fertilizar ha obtenido resultados parecidos a las parcelas fertilizadas.
- Escarda: Tampoco el tipo de escarda pareció incidir, bajo estas condiciones, en la producción final de grano. El herbicida resultó ser, en general, más eficaz que la grada de varillas flexibles para el control de la flora arvense, aunque esta mayor eficacia no supuso necesariamente un aumento en la producción de grano.
- La rotación llevada a cabo en estos ensayos (veza o barbecho) tiene un efecto beneficioso sobre estos dos factores de estudio. Por un lado permite la recuperación de los niveles de

nutrientes del suelo y, por otro, mantiene la infestación de flora arvense en unos niveles razonables, suficiente en ambos aspectos, para mantener unas producciones discretas.

– Economía: El «sistema de mínimos» insumos fue el que mayores beneficios económicos generó, seguida muy de cerca por el «sistema ecológico» cuando se vendió el producto a un precio mayor, de lo contrario pasó a ser el menos rentable.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se lleva a cabo gracias a la financiación del INIA (RTA 01-108).

BIBLIOGRAFÍA

AGREDA, J.; ABOS, J. (2001). Rentabilidad de los cultivos ecológicos. Navarra Agraria. 126, 32-38

ANGÁS, P. (2001). Análisis de la influencia de las técnicas de laboreo y fertilización nitrogenada sobre la dinámica del agua y del nitrógeno en el suelo en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en zonas áridas o semiáridas del Valle del Ebro. Agronomía y modelización. Tesis doctoral. ETSEA, Lérida.

BETRAN, J.A.; PEREZ BERGES, M. (1997). Respuesta del cereal en secano al abonado N P K . Dirección General de Tecnología Agraria. Diputación General de Aragón. Información Técnica nº 30, 16 pp.

LACASTA, C., GARCÍA MURIEDAS, G., ESTALRICH, E., MECO, R. (1997). Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. Actas Congreso 1997 de la Sociedad Española de Malherbología, 37-40.

LACASTA, C., MECO, R. (2000) Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. IV Congreso SEAE 2000. Córdoba. 10 pp.

LEZAUN, J.A., LAFARGA, A., ARMESTO, A.P., IRAÑETA, I. (2001). Nutrición nitrogenada de los cereales. *Navarra Agraria*. 126, 24-31

LÓPEZ-BELLIDO, L., LOPEZ-GARRIDO, F.J., FUENTES, M., CASTILLO, J.E., FERNÁNDEZ, E.J. (1996). Long-Term Tillage, crop Rotation, and Nitrogen Fertilizer Effects on Wheat Yield under Rainfed Mediterranean Conditions. *Agronomy Journal* 88: 783-791.

LÓPEZ-BELLIDO, L., LOPEZ-GARRIDO, F.J., FUENTES, M., CASTILLO, J.E., FERNÁNDEZ, E.J. (1997). Influence of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on soil organic matter and nitrogen under rain-fed Mediterranean conditions. *Soil and Tillage Research*, 43: 277-293.

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN (2000). Análisis de la economía de los sistemas de producción. Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2000. Subsecretaria de Agricultura, Pesca y Alimentación. MAPA Madrid.

RODRÍGUEZ PEREZ, M., DIAZ-SALAZAR, J. (2002). Principales incidencias malherbológicas en la provincia de Ciudad Real. Campaña 2000-2001. XXI Reunión del Grupo de Trabajo Malas Hierbas y Herbicidas. Ciudad Real. 5 pp.

SEXTON, B.T., MONCRIEF, J.F., ROSEN, C.J., GUPTA, S.C., CHENG. (1996). Optimising nitrogen and irrigation inputs for corn on nitrate leaching and yield on Coarse-Textured soil. *Journal of Environmental Quality* 25: 982-992.

VAN HERWAARDEN, A.F. FARGUHAR, G.D., ANGUS, J.F., RICHARDS, R.A., HOWE, G.N. (1998). «Haying-off» the negative grain yield response of dryland wheat to nitrogen fertiliser. I. Biomass, grain yield, and water use. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 7, 1.067-1.081.

Avena, centeno y triticale como tutores de guisante y veza en rotaciones forrajeras ecológicas

R. SUÁREZ, N. DÍAZ, J. PIÑEIRO, C. SANTOALLA

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. 15080 A Coruña (España)

RESUMEN

Se han sembrado en diciembre de 2001, en Mabegondo (Abegondo, A Coruña, España), tres especies de cereales (avena, centeno y triticale), a las que se han asociado dos leguminosas (guisante o veza) o bien se han dejado en cultivo monofito, con objeto de comprobar la viabilidad de obtención de forraje en invierno para ensilar, con un buen contenido en proteínas y sin la utilización de abono nitrogenado, plaguicidas o herbicidas, con miras a su posible inclusión en una rotación forrajera ecológica.

Se ha utilizado un diseño en parcelas divididas con cinco repeticiones, asignando el cereal (avena, centeno o triticale) a la parcela principal y la leguminosa a la subparcela (ausencia de leguminosa, veza o guisante).

El mayor rendimiento en materia seca ha correspondido a las parcelas con avena (con 10,5 t/ha), frente al centeno (9,2 t/ha) y el triticale (7,2 t/ha). La producción de leguminosa ha sido inferior en las parcelas con centeno, y la proporción de leguminosa en la mezcla ha sido más elevada en el caso del triticale, que ha superado el 50% de proporción en materia seca.

El centeno ha provocado un menor desarrollo de la leguminosa, ha alcanzado la mayor altura en el momento de la cosecha (186 cm, frente a la avena, con 144 cm y el triticale, con 111 cm), y mostró encamado en su asociación con guisante. La avena tenía un encamado intenso en todas las parcelas en la fecha de corte.

El guisante ha tenido una mayor producción que la veza como leguminosa (3,5 t/ha frente a 2,2 t/ha).

Con las variedades utilizadas, la asociación triticale-guisante parece la más prometedora, siendo necesario realizar estudios con diferentes variedades en ensayos posteriores.

Palabras clave: Cultivo asociado, cereales forrajeros, leguminosas forrajeras, forraje.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la producción forrajera en Galicia ha estado íntimamente ligada en las últimas décadas al crecimiento de la superficie destinada a praderas, concepto que implica la siembra de

una mezcla de gramíneas y tréboles y que en los Anuarios de Estadística Agraria aparecen como praderas polifitas (FERRER y col., 2001), que permiten la obtención de un forraje con un aceptable contenido en proteínas y susceptible de ser conservado mediante la técnica del ensilado. Pero, a pesar de que la superficie destinada a praderas pasó de 129.492 ha en 1992 a 186.139 ha en 1999 (AEA, 1992; AEA, 1999), aumentó también el consumo de concentrados (BARBEYTO, 1997), lo que indica que las explotaciones ganaderas no producen forraje suficiente para atender la demanda de sus rebaños, también crecientes.

Algunas explotaciones recurren a las rotaciones de dos cultivos por año para resolver esta situación porque dan producciones superiores a las praderas o a rotaciones de un solo cultivo por año, como se ha demostrado en diversos experimentos (LLOVERAS, 1987; PIÑEIRO y PÉREZ, 1998), siendo la más frecuente la constituida por maíz forrajero como cultivo de verano y raigrás italiano de tipo alternativo como cultivo de invierno-primavera. Hasta años recientes, el raigrás italiano jugaba un papel muy importante porque proporcionaba forraje verde durante la estación fría, sobre todo en las explotaciones costeras, y ampliaba, en todo caso, el tiempo de disponibilidad de forraje verde con respecto a las explotaciones que sólo tenían praderas (PIÑEIRO y PÉREZ, 1997).

Pero, los cambios experimentados en el manejo de la alimentación con la introducción de los carros mezcladores en las explotaciones ganaderas, que permiten ofertar una dieta más homogénea a lo largo del año por mezcla de distintos forrajes conservados (silo, heno de alfalfa, etc.) y concentrados, de valor nutritivo previamente conocido, ha hecho que se fuese perdiendo interés por la disponibilidad de forraje verde. Aparte de la posible ventaja de disponer de una ración más estable a lo largo del año, la introducción de esta nueva técnica ha resultado en una vida más cómoda para el ganadero, sobre todo en las explotaciones en que el pastoreo no es una práctica habitual, porque se elimina con ello el problema de cortar forraje verde diariamente en épocas de climatología adversa. Por otro lado, las complejas operaciones de ensilado se hacen cada vez más por empresas comerciales o por los servicios técnicos de las cooperativas, limitándose el ganadero a contratar la operación.

En esta nueva situación, la ventaja que ofrecía el raigrás italiano de tipo alternativo por crecer en épocas de temperaturas bajas empieza a ser un inconveniente porque exige dar dos cortes para ensilar si se siembra a final del verano/principio del otoño, debiendo hacerse el primero a principios de la primavera, en una época de climatología generalmente adversa, con aspectos negativos asociados a la utilización de maquinaria en un momento en que el suelo está demasiado húmedo y a la ensilabilidad del producto, porque tiene generalmente un contenido muy alto en humedad, sin que sea fácil hacer un presecado satisfactorio del forraje cosechado.

Es, por tanto, razonable que el ganadero esté buscando, cada vez más, disponer de un cultivo forrajero de invierno-primavera que de un buen rendimiento en un solo corte, con lo que se resolvería el problema del corte de principio de primavera, a la vez que se abaratarían sus costes de producción.

Esto nos obliga a mirar al pasado y ver las posibilidades de cultivos forrajeros clásicos como la avena (*Avena sativa* L.) y el centeno (*Secale cereale* L.), que se utilizaron mucho en el pasado para ir decayendo a partir de los años sesenta como consecuencia la introducción generalizada de las praderas y de las técnicas de ensilado (CASTRO y col., 2000). En el contexto de la explotación ganadera moderna estas especies se utilizarían como forraje para ensilar, en lugar de para alimentación en verde, que era lo común en el pasado.

El primer problema que plantean estos cereales es su bajo contenido en proteína cuando se cultivan solos lo que se pretendió resolver con su cultivo asociado a veza común (*Vicia sativa* L.), para lo

que se hicieron un número relativamente alto de ensayos en los que se estudió la asociación de avena y veza con distintas dosis relativas de semilla, con resultados que indican que se puede resolver el problema del contenido en proteína, pero no son todavía satisfactorios porque los riesgos de encamado intenso de esta asociación son muy altos en Galicia, que tiene una primavera excesivamente lluviosa, independientemente de la dosis de semilla relativa de avena y veza utilizados (CASTRO y col., 2000). Es posible que la variedad ´Previsión´ de avena utilizada en estos ensayos no sea la más adecuada por lo que conviene explorar las posibilidades de otras variedades de avena y de otras especies como el centeno, de uso tradicional en algunas explotaciones,como el triticale (x *Triticosecale* Wittm.), que empieza a utilizarse en forma experimental en algunas explotaciones modernas.

Con respecto a las leguminosas, el esfuerzo se concentró en el pasado en el estudio de la veza común (*Vicia sativa* L.) y veza vellosa (*Vicia villosa* Roth) pero la demanda de información por parte de las explotaciones se está orientando más hacia el uso de guisantes forrajeros *(Pisum sativum* L.)como componente leguminosa de las mezclas, de lo que empieza a haber resultados experimentales positivos en Navarra (MANGADO y AMEZTOY, 2000) pero todavía no generalizables al resto de la Cornisa Cantábrica y Galicia.

Hay, por otro lado, una demanda creciente de información sobre rotaciones forrajeras por parte las explotaciones ganaderas ecológicas, que necesitan incorporar leguminosas a su sistema de producción porque el nitrógeno de síntesis está prohibido en este tipo de agricultura.

Con estos antecedentes se diseñó un experimento en el que se estudian tres cereales (avena, centeno y triticale) cultivados solos o asociados con veza o guisante forrajero, con el objetivo de conocer su comportamiento agronómico, orientado a la producción de forrajes para ensilar ricos en proteínas y utilizables en explotaciones ecológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos, diseño y tamaño de parcelas

Se establecieron los tratamientos indicados en la Tabla 1. Se emplearon las variedades «Previsión» de avena, ecotipo local «Palas» de centeno, «Senatrit» de triticale, «Filón» de veza común y «Gracia» de guisante.

Tabla I. Mezclas y dosis de semilla viable utilizadas

Tratamiento	Mezclas (semillas m^{-2})
1.1	Avena sola (300)
1.2	Avena (150) + veza común (100)
1.3	Avena (150) + guisante (100)
2.1	Centeno solo (300)
2.2	Centeno (150) + veza común (100)
2.3	Centeno 150) + guisante (100)
2.1	Triticale solo (300)
2.2	Triticale (150) + veza común (100)
2.3	Triticale (150) + guisante (100)

Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas en el que la parcela principal se destinó a la especie de cereal (1. = avena, 2. = centeno, 3. = triticale) y la subparcela a la leguminosa (.1 = ausencia de leguminosa, .2 = veza común, .3 = guisante). El tamaño de la subparcela fue de 6,75 m de largo por 1,36 m de ancho, que se corresponde con una pasada de la sembradora experimental (8 líneas a 17 cm de distancia).

Dada la relativamente escasa anchura de cada subparcela, y para evitar la posible influencia de una subparcela sobre la contigua por distinto ritmo de desarrollo, posibilidad de encamado, etc., se sembró una parcela intermedia, de 6,75 m x 1,36 m, con cereal en cultivo monofito entre cada dos subparcelas. La especie de utilizada en la parcela intermedia fue la misma que la de las subparcelas colindantes. De este modo, siempre una parcela con guisantes o veza estuvieron separadas entre sí por una de cereal monofito, que actuó de borde.

Localización

El experimento se localizó en la Finca que el CIAM tiene en Mabegondo-Abegondo (A Coruña, España) (latitud norte 43º 14', longitud oeste 8º 15', altitud 150 m, con tipo climático B2 r B'2 a' (Thornwaite), sobre un suelo de esquistos de Órdenes, de textura franco-limosa (USDA). La parcela estuvo destinada a pradera monofita de dactilo (*Dactylis glomerata* L.) durante los cuatro años anteriores a la siembra de esta experiencia.

Abonado, herbicidas, insecticidas y fungicidas

La parcela se vino abonando cada año con N, P y K para el cultivo del dactilo. Después de levantar dactilo la fertilidad química del suelo era buena. Se aplicaron, en todo caso, 40 kg/ha de P_2O_5 y de K_2O en forma de complejo 0-14-14. No se utilizó abono nitrogenado ni en la siembra ni en la fase de crecimiento de los cultivos.

Es evidente que los programas de abonado de P y K no cumplen con los requisitos de la agricultura ecológica, pero el hecho de que no se haya utilizado fertilizante nitrogenado de síntesis permite que los resultados de este experimento sean de utilidad para la toma de decisiones en explotaciones ecológicas.

No se utilizaron ni herbicidas, ni insecticidas ni fungicidas.

Fecha de siembra

Las siembras se realizaron el 20/12/01, con una densidad de 300 semillas/m^2 en los casos de sólo cereal y 150 semillas/m^2 de cereal más 100 semillas/m^2 de leguminosa en las mezclas cereal-leguminosa. Se utilizó una sembradora experimental «Hege» que deja las semillas en líneas a 17 cm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados obtenidos se indican en la Tabla II

Desarrollo de la leguminosa y de malas hierbas

La proporción de leguminosa ha sido superior en la asociación triticale (Tabla II), tanto en veza como en guisante. La producción total de materia seca por hectárea de leguminosa fue, sin embargo, similar para triticale y avena en el tratamiento con guisantes. La producción de leguminosa asociada al centeno ha sido claramente inferior a la del resto de los cereales, tanto en porcentaje como en producción por hectárea. La proporción de malas hierbas, principalmente jaramagos (*Raphanus raphanistrum*, L) ha sido relativamente escasa en todos los tratamientos, oscilando entre el 0% (parcela monofita de centeno) y el 6,1% (parcela monofita de triticale).

Tabla II. Producción (t/ha, MS) total y de la leguminosa, contenido medio en MS (%) y composición botánica (% sobre MS)

Tratamientos	Producción (t/ha, MS)		Composición botánica (% sobre MS)			Contenido en MS (%)
	Total	Leguminosa	Cereal	Leguminosa	Otras (1)	
Solo cereal						
Avena	10,8	0	99,7	0,0	0,3	23,5
Centeno	10,4	0	100,0	0,0	0,0	25,8
Triticale	7,6	0	93,9	0,0	6,1	30,0
Media	***9,6***	***0***	***97,9***	***0,0***	***2,1***	***26,5***
Cereal con guisante						
Avena	10,7	4,2	58,7	39,6	1,7	17,6
Centeno	8,4	2,2	72,7	26,7	0,6	19,6
Triticale	7,7	4,2	45,0	54,2	0,8	18,9
Media	***8,9***	***3,6***	***58,8***	***40,2***	***1,0***	***18,7***
Cereal con veza						
Avena	10,0	3,0	67,2	30,5	2,3	18,1
Centeno	8,7	1,4	83,6	16,2	0,2	22,1
Triticale	6,2	2,3	59,7	37,4	2,9	20,0
Media	***8,3***	***2,3***	***70,2***	***28,1***	***1,8***	***20,1***

(1)Se encuadra en este epígrafe las malas hierbas encontradas.
MS = Materia Seca

La explicación de estas diferencias puede estar en el modo desarrollo de los distintos cereales: el centeno ha tenido un desarrollo más temprano y una talla final más elevada, como puede observarse en la Tabla III, lo que ha limitado el desarrollo de las leguminosas y también de las malas hierbas.

La avena y el triticale tuvieron un desarrollo inicial menor que el centeno, lo que permitió un un mejor desarrollo inicial del guisante y de la veza, que se tradujo en mejores producciones por hectárea de las leguminosas en sus asociaciones. El mayor desarrollo final de la avena que del triticale redujo el porcentaje de la contribución de las leguminosas, a pesar de que las producciones por hectárea fueron similares para el guisante e, incluso, superiores para la veza en las asociaciones con avena (Tabla II).

Tabla III. Alturas (cm) a fecha 10/04/02 y en el momento del corte

Cereal	Alturas en cm			
	10/04/02	(1)	Al corte	(1)
Avena	47	c	144	b
Centeno	87	a	186	a
Triticale	65	b	111	c
CV (%)	8,2		6,6	

(1) Test de Duncan para p<0,05.
(2) Letras distintas en la misma columna indican medias significativamente diferentes.
CV: Coeficiente de variación.

El contenido en leguminosa (% sobre MS) podría estimarse como un factor de calidad del forraje, a falta de los datos de análisis de laboratorio, puesto que el contenido en proteína es mayor cuanto mayor sea el contenido en leguminosa. Desde este punto de vista, no parece que el centeno sea la especie más apropiada para conseguir un buen contenido en proteína del forraje cosechado.

Producciones total y media diaria

En la Tabla IV, que hace referencia a los datos de las parcelas de cereal, sólo o asociado con leguminosas, podemos observar que la avena dio la mayor producción total y el triticale la menor.

Tabla IV. Producción total (t/ha, MS) y producción media diaria (kg/ha/día, MS), entre siembra y recolección, de los distintos cereales (1).

Cereal	Producción (MS/ha)			
	Total (t)	(2)	Diaria (kg)	(2)
Avena	10,5	a	74,9	a
Centeno	9,2	b	74,5	a
Triticale	7,2	c	58,2	b
CV (%)	13,0		12,6	

(1) Media de las tres parcelas: cereal monofito y sus mezclas con guisante y veza.
(2) Test de Duncan para p<0,05. Letras distintas en la misma columna indican medias significativamente diferentes.
CV: Coeficiente de variación.

Sin embargo, la producción media diaria, de siembra a recolección, es similar entre la avena y el centeno, debiéndose la diferencia en producción total al mayor ciclo de cultivo de la avena.

En la Tabla V se indican las fechas de inicio de espigado de las especies de cereal y las de recolección de los distintas especies y sus mezclas. El criterio seguido para la recolección fue de un mes después del principio de espigado de la gramínea tanto para las parcelas monofitas como para las mezclas, lo que solamente se cumplió para el triticale. El centeno se cosechó 17 días después del principio de espigado porque estaba alcanzando un gran altura, y comenzaba a encamarse en las parcelas mezcladas con leguminosa de alguna de las repeticiones. La avena se recogió 16 días después del inicio del espigado porque se encamó completamente, en todas las parcelas, tanto en cultivo monofito como en mezclas, después de unas lluvias intensas. El aspecto del centeno en el momento de la recolección era de una planta de baja calidad por el enorme desarrollo de los tallos, con escasa proporción de hojas. En todo caso, serán los análisis los que confirmen o desmientan esta apreciación. La veza alcanzó el inicio de floración el 30/4, fecha de recolección de las parcelas con triticale y con centeno, mientras que el guisante no lo alcanzó hasta el 16/5, fecha de recolección de las parcelas con avena.

Tabla V. Fecha de espigado de los cereales y de recolección de las distintas parcelas

Especie	Fechas	
	Espigado	Recolección[1]
Avena	30/04/02	16/05/02
Centeno	13/04/02	30/04/02
Triticale	01/04/02	30/04/02

1) Las mezclas con leguminosas se cosecharon en la misma fecha que las parcelas monofitas del cereal asociado.

Consideraciones sobre la rotación de cultivos

Si después de la recolección se pretende establecer un cultivo de maíz y si el criterio adoptado de recoger un mes después del inicio del espigado del cereal fuese correcto, lo lógico sería recomendar el uso del triticale porque dio un forraje con mejor contenido en proteína y permite dejar la tierra libre antes que las otras dos, a costa de una menor producción en la fase de invierno-primavera, que pudiera compensarse en el cultivo del maíz en la fase de verano. Por el momento, no hemos encontrado información suficiente que nos permita decidir sobre la fecha óptima de recolección de una determinada asociación. Se adoptó el criterio de cortar un mes después del principio del espigado del cereal siguiendo las pautas marcadas por algunos autores, aún a sabiendas de que no hay todavía un criterio unánime. Nos queda la duda de si sería preferible una cosecha anterior al principio de espigado con tal de que haya una buena producción y un buen equilibrio gramínea leguminosa. En ese caso, la avena pudiera ser una mezcla recomendable a juzgar por la producción total de las leguminosas a ella asociadas. Una menor producción de la avena, por estar menos desarrollada, pudiera resultar en una mejora del porcentaje de leguminosa en la fecha de recolección.

El encamado

Como se ha comentado en la introducción los estudios realizados sobre la asociación avena-veza han dado resultados poco satisfactorios por el elevado grado de encamado habido en la mayoría de los experimentos realizados en Galicia.

En el ensayo que sirve de base a este artículo, la observación del desarrollo de las distintas parcelas nos permite decir, en una primera aproximación, que el triticale ´Senatrit´ ha sido mejor tutor que el centeno «Palas» y que la avena «Previsión», porque no sufrió encamado y permitió un mejor desarrollo de las leguminosas asociadas. Por el contrario, el centeno comenzaba a encamarse en la misma fecha en que se cosechó el triticale en las parcelas en que estaba mezclado con guisante, y la avena, una vez más, dio serios problemas de encamado que hay que asociar al mayor volumen de producción, por un lado, y a la mayor permanencia en el terreno lo que aumentó las posibilidades de estar sometida a condiciones adversas, de viento y lluvia, sobre todo. Puede que haya que pensar en que sea también un problema de la variedad en si misma a juzgar por las diferencias de rigidez de tallo observadas entre ella y otras, cultivadas en un experimento colindante.

Veza vs. *guisante*

Los resultados, que por el momento se refieren solamente a la producción en términos de materia seca, son claramente favorables al guisante con respecto a la veza. La producción media de los guisantes ha sido superior a la de la veza en un 50% (Tabla VI).

Tabla VI. Producción de las leguminosas (t/ha, MS)

Especie	Producción	(1)
Guisante	3,6	a
Veza	2,3	b
CV(%)	35,1	

(1) Test de Duncan para $p<0,05$. Letras distintas en la misma columna indican medias significativamente diferentes. CV:Coeficiente de variación.

Reflexión sobre las variedades

Conviene resaltar el hecho de que cada una de las distintas especies estuvo representada por una determinada variedad, que puede no representar adecuadamente a la especie en su conjunto. Para obviar este problema, se han hecho ensayos complementarios en parcelas adyacentes con el objetivo de estudiar las distintas variedades que en este momento están en el mercado español, para lo que se han conseguido reunir 7 variedades de avena, 3 de centeno, 11 de triticale y 10 de guisante.

Aunque los datos están todavía sin interpretar, la observación visual nos ha permitido ver grandes diferencias dentro de cada especie. A modo de ejemplo, podemos comentar que:

- Hay variedades de avena con tallo aparentemente más rígido que «Previsión», lo que puede influir en su resistencia al encamado.
- Hay variedades de centeno con inicio tardío de su crecimiento, muy diferentes del ecotipo local «Palas», que se caracteriza por su crecimiento precoz.
- Hay variedades de triticale que alcanzan mayor altura que «Senatrit»
- Hay variedades de guisante mucho más precoces y con menor talla final que «Gracia».

CONCLUSIONES

- De los cereales utilizados, el centeno «Palas» ha demostrado ser excesivamente agresivo en las fases iniciales del cultivo como para permitir el crecimiento de la leguminosa asociada, de manera que no parece posible obtener un forraje con el contenido proteico deseado.
- La avena «Previsión» no ha presentado ese crecimiento inicial tan elevado, pero ha alcanzado una talla considerable en las fases más tardías del cultivo, lo que ha provocado, por una parte, una menor proporción final de leguminosa en la mezcla, comparada con el triticale, y, por otra, un fuerte encamado.
- El triticale ha sido, en estos estudios preliminares, el cereal que ha presentado unas mejores perspectivas, puesto que su crecimiento ha resultado compatible con una buena presencia de leguminosas, por una parte, a la vez que resultó ser un buen tutor debido a una buena combinación entre rigidez y altura final de tallo, que resultó en ausencia de encamado.
- Entre las leguminosas, el guisante ha resultado más productivo que la veza como cultivo asociado.

BIBLIOGRAFÍA

AEA (1992). Anuario de Estadística Agraria, 1992. Edita: Xunta de Galicia, Consellería de Agricultura, Ganadería e Montes. Santiago de Compostela (España).

AEA (1999). Anuario de Estadística Agraria, 1999. Edita: Xunta de Galicia, Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria. Santiago de Compostela (España).

BARBEYTO, F. (1997). Programa de xestión de vacún de leite en Galicia 1980-1996. Evolución técnica no manexo das explotacións. Consellería de Agricultura, Ganadería e Montes. Santiago de Compostela. (España)

CASTRO, M.P.; PIÑEIRO, J.; SAU, F. (2000). Los problemas de la asociación veza-avena. *Agricultura*, 814, 302-305.

FERRER, C.; SAN MIGUEL, A.; OLEA, L. (2001). Nomenclátor básico de pastos. *Pastos*, XXXI(1), 7-44.

LLOVERAS, J. (1987). Forage production and quality of several crop rotations and pastures in northwestern Spain. *Grass and Forage Science*, 42, 241-247

MANGADO URDÁNIZ, J.M.; AMEZTOY JUSTE, J.M. (2000). Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra Húmeda. Análisis económico. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes y XL Reunión Científica de la Sociedad Espa -*

ñola para el Estudio de los Pastos, 755-761. Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (España).

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M. (1997). Complementaridad de las rotaciones maíz/sorgo-raigrás italiano con las praderas de raigrás italiano-trébol violeta. *Actas de la XXXVII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 183-190.

PIÑEIRO, J.; PÉREZ, M. (1998). Alternativas forrajeras intensivas. *Memoria 1994-1996 del Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo*, 73-81. Servicio de Estudios e Publicacións da Consellería de Agricultura, Ganadería e Política Agroalimentaria. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (España).

Ensayos de rotaciones en agricultura ecológica y convencional en los llanos de Albacete. Resultados de cebada de la campaña 2000/01

C. FABEIRO, I. CAMPOS, R. GUARDADO, M. RUBIO[1], N. MAIRE[2]

[1] Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha
[2] EcoCambio.

RESUMEN

En líneas generales, se intenta estudiar la viabilidad tanto técnica como económica de la Agricultura Ecológica, para lo cual se ha planteado un ensayo donde se compara con el sistema de producción convencional, para así poder cuantificar la diferencia de productividad, calidad, insumos, y margen bruto obtenido en condiciones similares de suelo, clima y material vegetal.

En este ensayo de producción ecológica se llevan a cabo dos rotaciones de tres años, una en secano y otra en regadío, donde se incluyen cultivos tradicionales en la zona. A lo largo del ensayo se lleva a cabo un seguimiento fenológico y de incidencias parasitarias sobre los cultivos y se abordan técnicas de cultivo propias de la agricultura ecológica, como la incorporación o no de restos dejados por el cultivo de secano y el mantenimiento de una cubierta vegetal viva en el regadío.

En definitiva, se pretende analizar la producción final obtenida en los diferentes sistemas de cultivo y también su calidad, lo que permitirá alcanzar precios de venta más altos, sin olvidar, claro está, la evolución de aquellos parámetros que definen la fertilidad del suelo.

INTRODUCCIÓN

La Agricultura Ecológica (AE) es una respuesta adecuada a dos importantes expectativas: atender la creciente demanda de productos saludables; y dar respuesta a los problemas que plantea la reorientación agraria, en particular la diversificación, en un contexto general de conservación del medio ambiente y del medio rural. En la AE se persigue establecer un equilibrio entre obtener la máxima cantidad de productos agrícolas y el máximo beneficio económico y obtener la máxima calidad de los alimentos, un medio ambiente sano y unas condiciones que hagan posible el desarrollo personal y social, tanto en el medio urbano como en el medio rural.

Una consecuencia inmediata de estos planteamientos es la necesidad actual de realizar investigaciones en sistemas agrarios para tener datos propios y evitar tener como única referencia los obtenidos en otros países con más experiencia en este campo, como son los países del Norte y

Centro de Europa, pero en condiciones muy diferentes a las mediterráneas, y muy especialmente bajo un clima mediterráneo con degradación continental, donde lo más significativo es su condición de semiaridez, tal es el caso de Castilla-La Mancha.

La Universidad de Castilla- La Mancha, a través de un equipo de trabajo recientemente formado, ha iniciado una nueva línea de investigación sobre Agricultura Ecológica. El objetivo de este equipo es profundizar, mediante la experimentación, y divulgar, tanto dentro de la Universidad como fuera, los conocimientos actuales y futuros sobre este sistema de cultivo. Para iniciar la consecución de este objetivo se lleva a cabo un primer Proyecto de Investigación, poco ambicioso, con metas sencillas, pero concretas y de particular interés social para su divulgación.

Con el objetivo general de evaluar la viabilidad técnica y económica de la agricultura ecológica se plantea un ensayo en el que se comparará con el sistema de producción convencional, tanto en secano como en regadío. Para ello se llevaran a cabo 2 rotaciones de tres años.

Al comparar agricultura ecológica con convencional se pretende cuantificar la diferencia de margen bruto obtenido en similares condiciones del resto de factores productivos, suelo, clima y material vegetal. El estudio de las situaciones de secano y regadío es interesante en ambos casos, pero por motivos diferentes. El secano tiene un interés social, por el número de explotaciones existentes. El regadío tiene un interés económico, por el volumen de capital involucrado. En cuanto a los cultivos seleccionados se ha buscado que reúnan mayoritariamente dos características; ser tradicionales en la zona, lo que permitirá elegir material vegetal de alto nivel de adaptación y; tener destino para el consumo en fresco, lo que permitirá suponer precios de venta, aceptables por el mercado, más altos.

Por último se pretende evaluar la conveniencia de la utilización de técnicas de cultivo propias de la agricultura ecológica, como son la incorporación o no de los restos dejados por los cultivos de secano, y el mantenimiento de una cubierta vegetal viva durante el período otoñal e invernal en el regadío (ALTIERI y WHITROMB, 1979; WILLIAM, 1981; BUTLER,1986; HOYT y HARGROVE,1986; NORRIS,1986; SKROCH y SHRIBBS, 1986). El cultivo de cobertura consiste en la siembra de plantas herbáceas (gramíneas y/o leguminosas) anuales para cubrir durante una parte del año (otoño e invierno), siendo incorporada al suelo mediante laboreo (preferiblemente vertical, de poca profundidad) o dejada en superficie tras el corte. La disminución de la erosión, reducción de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas y el freno de las malas hierbas son algunos de sus efectos (ABDUL-BAKI y col., 1996; BURKET y col., 1997; CAMPLIGIA,1999).

OBJETIVOS

- Comparación de la productividad entre los diferentes sistemas de cultivo que se proponen.
- Comparación de la calidad de los productos obtenidos en los diferentes sistemas de cultivo que se proponen.
- Evolución de los parámetros que definen la fertilidad del suelo.

UBICACIÓN DEL ENSAYO

La parcela de ensayo está ubicada dentro del Campo de Prácticas de la E.T.S.I. Agrónomos, Edificio Francisco Jareño y Alarcón (Crta. de las Peñas). La Parcela de Ensayos de Cultivos Her-

báceos y Hortícolas tiene una extensión aproximada de una hectárea, de la que se utilizaron unos 5000 m^2. Esta parcela lleva desde 1996, que fue adquirida, sin cultivo, hasta el año 2000 que se sembró en su totalidad de veza. La veza fue incorporada como abono verde, partiendo así de una situación inicial homogénea para todo el ensayo.

Según la clasificación taxonómica de la Soil Taxonomy (USDA, 1999) el suelo del campo de ensayo es catalogado como Orden Aridisols, Suborden Calcids, Gran Grupo Haplocalcids y Subgrupo Xeric Haplocalcids.

En el diseño inicial primó la separación entre los diferentes sistemas de cultivo, intentando evitar al máximo las interferencias entre ellos. De esta forma se situaron cuatro bloques para llevar a cabo los ensayos, correspondientes a: secano ecológico, secano convencional, regadío ecológico y regadío convencional.

La analítica se realizó con tres repeticiones de cada bloque para evitar errores de análisis, y el resultado obtenido se expone en la Tabla I.

Tabla I. Análisis previos

	Secano ecológico	**Secano convencional**	**Regadío ecológico**	**Regadío convencional**
TEXTURA %aren/%limo/%arcill	60 / 27 / 13	60 / 23 / 17	56 / 30 / 14	45 / 37 / 18
USDA	Fran-arenos	Franco-arenosa	Franco-arenosa	Franca
ISSS	Fran-arenos	Fran-arcill-arenos	Franco-arenos	Franca
pH (1:25) agua	7.82	7.89	7.75	7.87
C.E.(µS/cm)	212	176.2	185.3	182.8
Na asim(meq/100g)	0.03	0.03	0.03	0.03
K asim (meq/100g)	0.66	0.61	0.83	0.87
Ca asim (meq/100g)	14.03	14.21	13.35	8.54
Mg asim (meq/100g)	0.97	0.71	0.75	1.35
Ca camb (meq/100g)	6.90	7.3	6.80	4.70
Mg camb(meq/100g)	0.83	0.31	0.50	0.61
Na camb (meq/100g)	0.02	0.03	0.02	0.02
K camb (meq/100g)	0.38	0.29	0.50	0.69
C.I.C (meeq/100g)	8.13	7.93	7.70	6.02
M.O. (%)	1.53	1.50	1.60	1.71
C. orgánico total (%)	0.89	0.87	0.93	0.99
N total (%)	0.13	0.11	0.11	0.12
Relación C/N	6.90	7.84	8.69	8.18
Carbonos totales (%)	65.78	48.85	47.22	43.02
%caliza activa	27.00	23.62	20.89	22.77
Pasim (ppm)	18.13	18.61	22.53	34.26
Cloruros (meq/100g)	0.08	0.06	0.02	0.02
Sulfatos (meq/100g)	0.26	0.28	0.30	0.26
Fe asim (ppm)	3.08	3.61	3.35	4.97
Cu asim (ppm)	0.05	0.05	0.05	0.05
Mn asim (ppm)	7.33	14.19	12.79	19.58
Zn asim (ppm)	2.32	0.34	1.07	0.79

En definitiva, los análisis nos aportan la siguiente información sobre el estado inicial del suelo:

- No existen problemas de salinidad.
- La C.I.C. presenta valores bajos (bien correlacionados con el % de arcilla y de materia orgánica de los suelos analizados)
- Los cationes cambiables se mantienen en valores normales – bajos, excepto en el caso del sodio que son muy bajos.
- Los valores de materia orgánica y carbono orgánico se consideran normales para las zonas agrícolas del entorno, así como los valores de nitrógeno total. La relación C/N presenta valores bajos.
- Los carbonatos totales y la caliza activa en todos los casos sus porcentajes son muy altos, superiores en el secano ecológico.
- Los cloruros y sulfatos presentan valores muy bajos.
- En cuanto a los elementos asimilables:

  - El potasio en los bloques destinados a secano son valores bajos, sin embargo, en el regadío pueden considerarse normales.
  - En el magnesio todos los valores son bajos
  - El calcio presenta contenidos altos y muy altos en el caso de los bloques de secano.
  - El hierro puede estar bloqueado por el exceso de caliza activa, lo que puede explicar su bajo contenido.
  - El cobre presenta valores bajos. El manganeso su contenido es bajo en el bloque de secano ecológico y en el resto son valores normales y el zinc tiene valores normales en todos los casos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Durante los tres primeros años se propone realizar un doble ensayo de producción ecológica en secano y regadío. Se llevan a cabo, por tanto, 2 rotaciones de 3 años. En ellas se incluyen 7 cultivos de tradición en la zona, y de especial interés para el consumidor. La rotación de secano consta de cebada/lenteja/trigo y la de regadío es: guisante de verdeo– judía verde/patata/melón.

La parcela de ensayo, enmarcada por un seto a base de saúco y enebro en establecimiento y un lado de cipreses ya establecidos, se dividió en dos zonas: Zona de Secano y Zona de Regadío. Cada una de estas dos zonas estuvo a su vez dividida en dos subzonas: Agricultura Convencional y Agricultura Ecológica. En cada subzona se establecieron 6 parcelas elementales, correspondientes a 3 cultivos con sus dos variantes técnicas (Tabla II), excepto el doble cultivo de guisantes y judía verde en regadío que tuvo dos repeticiones, para mantener la misma superficie cultivada todos los años.

En total se cultivaron 24 parcelas con una superficie de 180 m^2 en regadío y unos 100 m^2 en secano. La superficie total del campo de ensayos, al contabilizar pasillos de acceso y separación entre zonas de cultivo ecológico y convencional, fue de 5.000 m^2.

LABORES EFECTUADAS

En septiembre se dieron dos pases de grada cruzada. A primeros de noviembre se dieron dos pases de cultivador chisel para eliminar las hierbas nacidas y se procedió al marqueo de las parcelas, y la recogida de las muestras de suelo de la capa arable, de la zona de los ensayos de secano. En las parcelas de secano convencional, se distribuyó en el mes de noviembre, con posterioridad a la recogida de muestras del suelo, 200 kg/ha, del complejo 8-24-8, envolviéndose a continuación con un pase de cultivador.

Aunque en la campaña 2000/01 se procedió a la siembra de las tres especies, las altas temperaturas alcanzadas en la primera semana de junio, provocó el asurado total de las lentejas, y el ataque de los pájaros impidió la recolección del trigo, por lo que a partir de ahora nos referiremos exclusivamente al cultivo de la cebada.

La siembra se realizó el 4 de diciembre con semilla producida de forma ecológica de la variedad Albacete, a dosis 123 kg/ha.

En la primera quincena de marzo se hizo un abonado de cobertera con 200 kg/ha de nitrato amónico.

Tabla II. Definición de las parcelas

	Especies	Variante técnica	Clave
Secano			
Convencional	Cebada	Con incorporación de restos	SCCC
		Sin incorporación de restos	SCCS
	Lenteja	Con incorporación de restos	SCLC
		Sin incorporación de restos	SCLS
	Trigo	Con incorporación de restos	SCTC
		Sin incorporación de restos	SCTS
Ecológico	Cebada	Con incorporación de restos	SECC
		Sin incorporación de restos	SECS
	Lenteja	Con incorporación de restos	SELC
		Sin incorporación de restos	SELS
	Trigo	Con incorporación de restos	SETC
		Sin incorporación de restos	SETS
Regadío			
Convencional	Guisante de verdeo - Judía verde		RCGJ
	Patata	Con cubierta vegetal viva	RCPC
		Sin cubierta vegetal viva	RCPS
	Melón	Con cubierta vegetal viva	RCMC
		Sin cubierta vegetal viva	RCMS
Ecológico	Guisante de verdeo - Judía verde		REGJ
	Patata	Con cubierta vegetal viva	REPC
		Sin cubierta vegetal viva	REPS
	Melón	Con cubierta vegetal viva	REMC
		Sin cubierta vegetal viva	REMS

SEGUIMIENTO FENOLÓGICO

A lo largo del período de ensayo se hizo el seguimiento fenológico del cultivo con el fin de conocer la respuesta de la variedad sembrada a las temperaturas de la campaña. En la Figura 1 aparecen las fechas y temperaturas acumuladas en las que se alcanzaron los estados fenológicos a lo largo de la campaña.

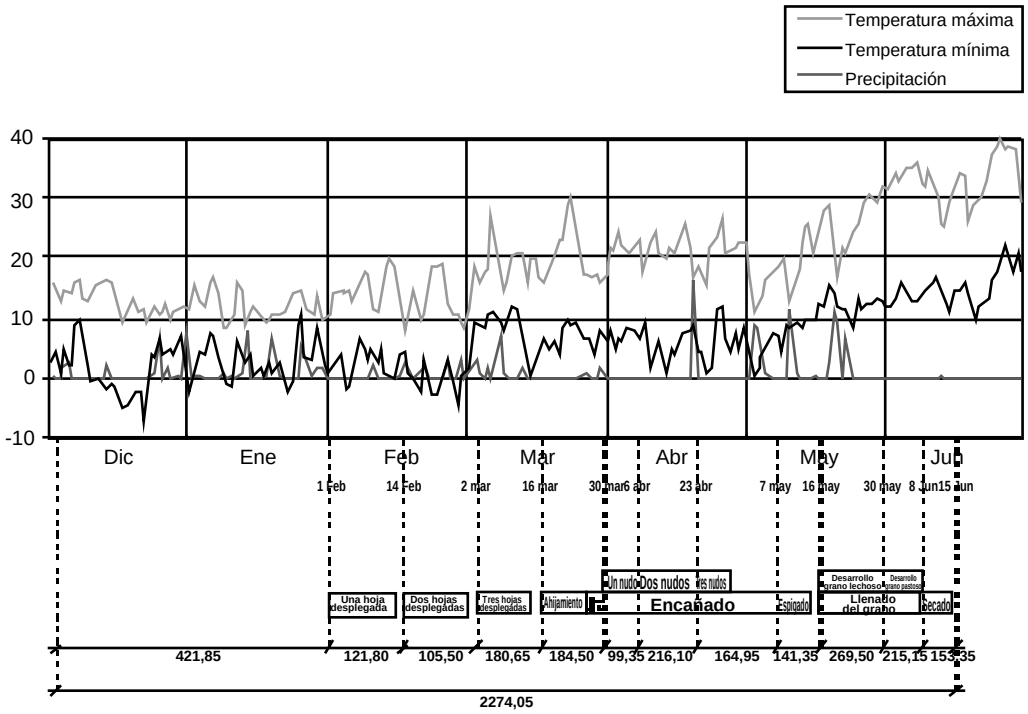


Figura 1. *Integral térmica (por periodos y acumulada) para la cebada, variedad Albacete*

RESULTADOS

Para el estudio de la cosecha se recolectó un marco de 1 x 0,5 m^2 de superficie en cada una de las subparcelas del ensayo. Se cortaron a nivel del suelo, las plantas que caían dentro del marco y se llevaron al laboratorio, donde se procedió al estudio de los componentes del rendimiento.

Componentes del rendimiento en cebada

En la Tabla III se muestran los componentes del rendimiento, para los diferentes tratamientos.

Tabla III. Resultados medios de cebada

	Componentes del rendimiento	Número		Peso (g) Fresco	Peso (g) Seco
SCCS	**PIES / m²**	344	–	–	
	ESPIGAS / m²	**x < 2**	213	30,41	–
		2£ x < 4	81	27,40	–
		x ≥ 4	2	1,49	–
		Raspeadas	118	9,20	–
		TOTAL	414	68,51	–
	CAÑAS / m²	–		115,16	104,45
	GRANOS / m²	1546		45,37	42,88
SCCC	**PIES / m²**	303		–	–
	ESPIGAS / m²	**x < 2**	202	38,40	–
		2£ x < 4	63	32	–
		x ≥ 4	1	1,23	–
		Raspeadas	161	84,18	–
		TOTAL	427	–	–
	CAÑAS / m²	–		105,64	95,84
	GRANOS / m²	1830		59,44	56,20
SECS	**PIES / m²**	305		–	–
	ESPIGAS / m²	**x < 2**	229	44,64	–
		2£ x < 4	43	20,69	–
		x ≥ 4	1	1,49	–
		Raspeadas	38	3,58	–
		TOTAL	311	70,40	–
	CAÑAS / m²	–		48,53	45,33
	GRANOS / m²	1687		55,07	52,24
SECC	**PIES / m²**	367		–	–
	ESPIGAS / m²	**x < 2**	224	42,35	–
		2£ x < 4	119	53,11	–
		x ≥ 4	1	0,45	–
		Raspeadas	55	5,63	–
		TOTAL	399	101,54	–
	CAÑAS / m²	–		64,15	59,47
	GRANOS / m²	2547		78,31	73,73

***SCCS**: Cebada convencional sin restos; **SCCC**: Cebada convencional con restos; **SECS**: Cebada ecológica sin res - tos; **SECC**: Cebada ecológica con restos*

Los resultados del análisis de varianza para los componentes del rendimiento se muestran en la Tabla IV.

Tabla IV. Resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA) para la cebada

	F	Significación
Número de pies (número/m^2)	1,540	No significativo (0,278)
Altura (cm)	2,969	No significativo (0,097)
Número total de espigas (número/m^2)	3,813	No significativo (0,058)
Número de espigas x < 2 (número/m^2)	0,279	No significativo (0,839)
Número de espigas 2 £ x < 4 (número/m^2)	1,829	No significativo (0,220)
Número de espigas x ≥ 4 (número/m^2)	0,178	No significativo (0,908)
Número de espigas raspeadas (número/m^2)	8,789	Significativo (0,07)
Peso total de espigas (g/m^2)	3,855	No significativo (0,056)
Peso espigas x < 2 (g/m^2)	1,587	No significativo (0,267)
Peso espigas 2 £ x < 4 (g/m^2)	2,664	No significativo (0,119)
Peso espigas x ≥ 4 (g/m^2)	0,191	No significativo(0,900)
Peso espigas raspeadas (g/m^2)	4,922	Significativo (0,032)
Peso fresco cañas (g/m^2)	15,390	Significativo (0,010)
Peso seco cañas (g/m^2)	15,916	Significativo (0,010)
Número de granos (número/m^2)	5,249	Significativo (0,027)
Peso fresco granos (g/m^2)	6,832	Significativo (0,013)
Peso seco granos (g/m^2)	6,710	Significativo (0,014)

Número de espigas raspeadas /m^2: El número de espigas raspeadas en los tratamientos ecológicos es mucho menor que en los tratamientos convencionales y puesto que la única diferencia entre tratamientos ha sido el abonado, pensamos que éste ha influido aumentando el número de espigas raspeadas, de acuerdo con la mayor sensibilidad al asurado de los granos que suele provocar un abonado de cobertera relativamente tardío.

Peso de espigas raspeadas (g/m^2): Paralelamente la variable peso de espigas raspeadas, muestra diferencias significativas entre los tratamientos ecológicos y los tratamientos convencionales, en absoluta concordancia con el mayor número de espigas raspeadas en los últimos.

Peso seco de las cañas (g/m^2): Los resultados muestran valores más altos en los tratamientos convencionales, lo que es lógico, debido a la influencia positiva del nitrógeno en el desarrollo vegetativo de la planta.

Número de granos /m^2: El número de granos ha sido inferior en los tratamientos convencionales, lo que podría deberse a un efecto negativo del abonado en éstos.

Peso seco de los granos (g/m^2): Por último, el peso seco de los granos es también inferior en los tratamientos convencionales, debido por un lado, al menor número de granos en dichos tratamientos, y por otro, al efecto negativo del abonado sobre el llenado de los mismos.

Hay que señalar que las diferencias significativas se han producido a nivel de sistemas de cultivo (convencional o ecológico) puesto que en este primer año de ensayos, con precedente homogéneo, no se ha podido ver el efecto de incorporar o retirar los restos de los cultivos.

Resultados de calidad

Los resultados de calidad obtenidos se muestran en la Tabla V. Se observa que el peso de los 1.000 granos en los tratamientos ecológicos es mayor que en los convencionales, lo que podría deberse a un efecto negativo del abonado en el llenado del grano, lo que concuerda con lo ya comentado en relación con el peso seco del grano. Sin embargo estos datos no parecen concordar demasiado con los valores de peso específico, que en los tratamientos ecológicos presentan menor valor que en los convencionales

En cuanto a la calidad medida como riqueza en proteína, los resultados son lógicos puesto que uno de los efectos clásicos del abonado es aumentar la riqueza en nitrógeno del grano, y como observamos en la Tabla V, en los tratamientos convencionales, donde se ha efectuado abonado de sementera y cobertera, se produce aumento en la riqueza de nitrógeno del grano.

Según estos resultados, el abonado, ha tenido un efecto negativo, tanto en el calibre de los granos, como en peso de 1000 granos en los tratamientos convencionales.

Tabla V. Resultados de calidad de la especie cebada

		SCCS	SCCC	SECS	SECC
Humedad %		9,58	9,48	9,35	9,24
Peso 1000 granos		29,1	29,2	32,2	31,0
Peso especifico (kg/hl)		59,62	55,92	55,20	53,52
Proteína bruta					
(Kjeldahl)	**Ssn**	14,59	14,21	11,29	11,20
	Sss	16,14	15,69	12,45	12,34
Calibre	**> 2,8**	7,49	12,60	18,82	14,35
	2,8 - 2,5	22,54	28,80	28,51	27,28
	2,8 - 2,5	42,96	40,61	39,65	38,16
	< 2,2	27,01	17,99	13,02	20,20

ssn. *: Porcentaje sobre sustancia natural* ***sss.*** *: Porcentaje sobre sustancia seca*

ESTADO DEL SUELO DE LAS DIFERENTES PARCELAS DESPUÉS DEL CULTIVO

Una vez caracterizado el suelo inicial, diseñadas las diferentes parcelas e implantados los cultivos, el trabajo referente al suelo se ha planteado estudiando la evolución de determinados parámetros edáficos en relación a los diferentes cultivos que se llevan a cabo, trabajo que se continuará en campañas sucesivas.

Las muestras de suelo se recogieron con posterioridad a levantar los cultivos, y se analizaron dos o tres repeticiones de la misma muestra para, contrastar valores y evitar errores de analítica.

Evolución de los parámetros de fertilidad analizados

Tabla VI. Secano ecológico

	C (%)	M.O. (%)	C.I.C. (meq/100g)	$N_{KJELDAHL}$ (%)	Polsen (ppm)	K (meq/100g)	K (ppm)	C/N
SELC	1.23	2.12	7.62	0.15	17.6	0.66	258.06	8.2
SECS	1.05	1.81	8.17	0.12	12.4	0.67	261.97	8.75
SELS	1.05	1.81	6.79	0.11	16.0	0.67	261.97	9.55
SETC	1.03	1.77	8.44	0.13	14.0	0.64	250.24	7.92
SECC	1.16	1.99	8.99	0.12	12.0	0.64	250.24	9.67
SETS	1.17	2.01	6.52	0.13	15.2	0.72	281.52	9.00

Tabla VII. Secano convencional

	C (%)	M.O. (%)	C.I.C. (meq/100g)	$N_{KJELDAHL}$ (%)	Polsen (ppm)	K (meq/100g)	K (ppm)	C/N
SCTS	0.95	1.63	9.54	0.08	14.4	0.73	258.43	11.88
SCCC	0.96	1.65	11.73	0.11	13.0	0.88	344.08	8.73
SCTC	0.99	1.70	9.81	0.11	14.0	0.67	261.97	9.00
SCLS	1.19	2.05	9.81	0.11	12.0	0.98	383.18	10.82
SCCS	1.10	1.89	10.64	0.12	13.3	1.09	426.19	9.17
SCLC	1.16	1.99	11.73	0.13	10.0	1.07	418.37	8.92

En este primer año de experiencia de campo, aunque aparecen diferenciados dos sistemas de cultivo, con restos y sin restos, lógicamente, se trata de parcelas iguales, es decir, todas sin restos de cultivos anteriores. Además, se debe tener en cuenta que los rendimientos obtenidos en este primer año de experiencia, fueron muy pequeños: en la cebada se obtuvieron 630 kg/ha en ecológico y 495 Kg/ha en el convencional.

Comparando los datos de las Tablas VI y VII, con los análisis de partida indicados en el Cuadro 1, los valores en porcentaje, tanto de carbono orgánico, como de materia orgánica, han aumentado en los tratamientos de secano, aunque se mantienen en valores bajos cercanos a la normalidad, y que creemos que este aumento es debido a la puesta en cultivo de una zona anteriormente sin explotar.

Sin embargo, el manejo ecológico de los cultivos parece influir en el nivel de materia orgánica en el suelo. Se observa que el proceso de humificación ha sido menor que en el manejo convencional, ya que en éste último hubo aportes de abono mineral (N, P, K), y al ser una zona no cultivada con anterioridad, se ha favorecido la dinámica de biología del suelo y el proceso de humificación, observable en los valores más altos de capacidad de intercambio catiónico.

Los valores obtenidos de capacidad de intercambio catiónico en las parcelas de los cultivos de secano ecológico son bajos, y los de secano convencional se consideran normales-bajos.

En cuanto a la relación C/N se ve claramente un aumento respecto a los análisis previos en el manejo convencional.

Se detecta un aumento del contenido de potasio en el suelo en las parcelas en los que se realizó un abonado (N, P, K) planificado para extracciones superiores a las que hicieron los cultivos y solo en el caso del trigo se ha mantenido en niveles iguales a los iniciales. Sin embargo, si nos fijamos en el cultivo ecológico, los niveles de potasio se mantienen muy parecidos a los de partida para todos los cultivos.

En relación al fósforo, los valores han bajado ligeramente en todos los cultivos, tanto de manejo ecológico como convencional, manteniéndose en niveles considerados normales, por encima de 15 ppm, y ligeramente bajos, menores de 15 ppm.

Los niveles de nitrógeno se mantienen muy similares en todos los cultivos de secano tanto en ecológico como en convencional (valores normales). Sin embargo, el abonado mineral en las parcelas con sistema de cultivo convencional, pudo contribuir a hacerlos más sensibles al asurado. Aunque por otra parte, esos aportes de nitrógeno en los cultivos de manejo convencional han servido para aumentar la actividad biológica del suelo favoreciendo el proceso de mineralización de la materia orgánica.

Características biológicas

Tabla VIII. Secano ecológico

	Act. ind.	Act. basal	Somm	ATP	CO_2/ATP	Fosfatasa	Xilanasa	Ureasa
SELC	1.45	1.9	274	501	3.3	87	51	63
SECS	1.5	2.05	292	470	2.7	93	49	68.5
SELS	1.8	2.0	322	557	3.3	90	45	70
SETC	1.7	2.3	325	552	3.1	92	61	63
SECC	1.5	2.0	293	550	2.8	90	56	57
SETS	1.7	1.8	293	608	3.2	90	46	61

Tabla IX. Secano convencional

	Act. ind.	Act. basal	Somm	ATP	CO_2/ATP	Fosfatasa	Xilanasa	Ureasa
SCLC	1.5	1.9	276	539	2.8	71.0	44	44
SCCS	1.55	1.85	286.5	623	2.5	74.0	54	41
SCLS	1.5	1.7	271	848	2.8	70.0	43	44
SCTC	1.3	2.0	275	691	2.7	83.0	44	46
SCCC	1.1	1.1	181	675	1.6	83.0	59.5	54
SCTS	1.4	2.1	285	500	2.6	79.0	47	48

Al estudiar los parámetros de actividad inducida y actividad basal (Tablas VIII y IX), cuyo resultado se puede resumir en el factor SOMM, relacionado con la mineralización de la materia orgánica, observamos que en ambos bloques, secano ecológico y convencional, presentan unos valores similares en concordancia con los valores en tanto por ciento de materia orgánica, que también eran equivalentes para ambas variantes de cultivos, ecológico y convencional.

El parámetro de medida de biomasa microbiana, ATP, presenta mayores valores en el bloque convencional en relación al ecológico lo que se puede relacionar directamente con los valores más altos en CIC. Si consideramos que el proceso de mineralización / humificación está influido por el aporte de abonado y en particular nitrogenado, podemos admitir que el nitrógeno puede aparecer en principio como el factor limitante de la mineralización en el secano ecológico para este primer año.

Al estudiar los valores obtenidos en relación a las actividades enzimáticas observamos que son más altos los valores de fosfatasa y ureasa en el bloque de secano ecológico, hecho que consideramos se ha debido a que en este caso la biomasa microbiana no ha podido degradar de manera directa la materia orgánica poco accesible (relacionado con la falta de aporte de abonado mineral), y por lo tanto, ha inducido a la producción de enzimas como paso intermedio para el proceso de mineralización y humificación de la materia orgánica, proceso no completado ya que los valores de C.I.C. son menores en el secano ecológico que en el convencional. Por tanto, lo más destacable en el secano ecológico con relación al secano convencional, son valores más bajos de ATP y más altos de fosfatasa y ureasa, que serían los precursores de la mineralización y humificación, proceso que creemos no se encuentra completado.

En los valores de xilanasa no se aprecian diferencias en las dos variantes, ecológica y convencional, relacionándose este hecho con que los valores de SOMM son similares en los dos casos y la xilanasa es un enzima vinculada a la degradación de compuestos carbonados complejos. Este hecho también nos indica que en este suelo, la mineralización no esta limitada por el carbono, sino por otro elemento y probablemente el nitrógeno.

En relación al secano convencional, al tener elementos minerales (N, P,...) a disposición de la biomasa microbiana, el proceso de mineralización y humificación ha sido más intenso y completo y ha tenido lugar con menor intervención de procesos enzimáticos.

Podemos concluir que al estudiar los valores obtenidos en los parámetros biológicos observamos dos procesos diferentes, uno con mayor intervención de la biomasa microbiana en el proceso de la mineralización / humificación, obteniéndose mayores valores de capacidad de intercambio catiónico, en el caso del secano convencional, y otro camino el de inducción enzimática con menor biomasa, en el caso del secano ecológico, como precursor de la mineralización. Dentro de cada bloque, al estudiar los diferentes cultivos, en este primer año, no observamos diferencias.

BIBLIOGRAFÍA

ABDUL-BAKI A.A., STOMMEL J.R., WATADA A.E., TEASDALE J.R.; MORSE R.D. (1996). Hairy Wetch mulch favorably impacts yield of processing tomatoes. HortSciencie 31, 338-340.

ALTIERI M.A.; WHITCOME W.H. (1979). The potencial use of weeds in the manipulation of beneficial insect. HortScience 14,12 - 18.

BURKET J.Z., HEMPHILL D.D., DICK R.P. (1997). Winter cover crops and nitrogen management in sweet corn and broccoli rotations. HortScience 32, 664-668.

BUTLER, J.D. (1986). Grass interplanting in Horticulture Cropping systems. HortScience 21, 391-397.

CAMPLIGIA, E. (1990). Colture di copertura in agroecosistemi mediterrenei. Nota 1: modificacioni dell ambiente colturale. Riv. Agron. 33, 90-103.

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE (Eds.) (1995). Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. Actas del I congreso de S.E.A.E. Septiembre 1994. Toledo.

CREAMER, N.G.; BENNETT, M.A.; STINNER, B.R. 1997. Evaluation of cover crop mixtures for use in vegetable production systems. HortScience 32, 866-870.

HOYT, G.D.; HARGROVE, W.L. (1986). Legume cover crops for improving crop and soil management in the Southern Unites States. HortScience 21, 397-402.

LABRADOR, J.; GUIBERTEAU, A.; LOPEZ, L.; REYES, J.L. (1995). Guía de productos utilizables en agricultura y ganadería ecológicas. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura. Badajoz.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura Ecológica. Ed. Mundi - Prensa. Madrid.

LOPEZ, L. (1991). Cultivos herbáceos. Vol. I. Cereales. Ed. Mundi - Prensa. Madrid

M.A.P.A. (Eds.) (1986). Congreso científico Europeo de agricultura biológica. IFOAM. Octubre 1985. Madrid.

M.A.P.A.(Eds.) (1987). La fertilidad del suelo. II Congreso de Agricultura Biológica. IFOAM. Octubre 1986. Madrid.

MOLINA, J. (1989). La cebada. Morfología, fisiología, agronomía y usos industriales. Ed. Mundi - Prensa. Madrid

MOULE, C. (1980). Céréales. La Maison Rustique. Paris.

NORRIS, R.F. (1986). Weeds and integrated pest management systems. HortScience 21, 402-410.

PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

SKROCH, W.A.; SHRIBBS, J.M. (1986). Orchard floor management: An overview. HortScience 21, 390-394.

WILLIAM, R.D. (1981). Complementary interaction between weeds, weed control practices and pest in horticultural cropping systems. HortScience 16, 508-513.

Manejo de poblaciones de *Papaver rhoeas* en cereal de invierno en zonas semiáridas de Cataluña mediante técnicas no químicas

A. CIRUJEDA[1], R. ANGUERA[1] y A. TABERNER[1,2]

[1] Unidad de Botánica; Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería; Universidad de Lleida; Avda. Alcalde Rovira Roure 191; 25198 Lleida.
[2] Unidad de Malherbología; Servicio de Sanidad Vegetal, Generalitat de Cataluña; Avda. Alcalde Rovira Roure 191; 25198 Lleida.

RESUMEN

Una de las consecuencias de un uso indiscriminado de los herbicidas es la resistencia de algunas especies arvenses hacia los herbicidas. En el presente trabajo se discuten posibles soluciones de manejo y control de una situación concreta de resistencia de *Papaver rhoeas* L. (amapola) en cereal de invierno en Cataluña. Teniendo en cuenta la alta longevidad de las semillas de *P. rhoeas* enterradas en el suelo, éste es un problema que una vez establecido no se soluciona a corto plazo. En la presente comunicación se pretenden, por un lado, estudiar las posibilidades de reconversión hacia agricultura ecológica de campos con los problemas de infestación monoespecífica y de resistencia heredados de los sistemas de cultivo anteriores. Por el otro lado, también se pretenden ofrecer herramientas alternativas de control a agricultores convencionales. Las técnicas de cultivo y sus efectos que son discutidas en esta comunicación son: la posibilidad de introducir rotaciones de cultivo, especialmente cultivos de ciclo diferente a la arvense como lo son forrajeros plurianuales; la eficacia de la grada de púas flexibles sobre el control de *P. rhoeas* que puede llegar a ser muy elevada en las condiciones de humedad y estadios fenológicos adecuados; el cultivo en líneas agrupadas que posibilita una escarda muy eficaz en los espacios entre líneas; el labrado del suelo que permite colocar las semillas de la arvense en una posición desde la que no pueden germinar y otros aspectos como lo es la competencia del cultivo sobre *P. rhoeas* que en determinados años puede ser muy alta reduciendo la densidad de la arvense muy notablemente.

INTRODUCCIÓN

El uso masivo de herbicidas como único método de manejo de especies arvenses tiene consecuencias no deseadas. Una de ellas es la inversión de flora, es decir, el cambio de composición florística. Esto ocurre sobre todo en condiciones de monocultivo. Además, el uso de herbicidas frecuentemente promueve el dominio de pocas especies sobre el conjunto de flora. Esto conlle-

va al uso repetido de un mismo herbicida que puede conducir a otra problemática; la resistencia de una especie en concreto a uno o varios herbididas. Otras consecuencias negativas del uso de herbicidas son las problemáticas ambientales, especialmente debidas a los residuos de los herbicidas en suelo y agua. En el presente trabajo se discuten posibles soluciones a una situación concreta de resistencia.

En la zona cerealista de Cataluña se encuentran numerosos campos de cereal infestados por *Papaver rhoeas* resistente a los herbicidas tribenurónmetil y a 2.4-D (descritos en Cirujeda, 2001). En estos casos, las densidades de población pueden llegar a ser muy elevadas. En los ensayos realizados se alcanzaban en muchos casos unas 250 plantas de *P. rhoeas* m^{-2} y se llegaron a contabilizar hasta 1.000 plantas m^{-2}.

Los agricultores afectados por *P. rhoeas* resistente necesariamente deben cambiar alguno de sus métodos de cultivo. Algunos de ellos optan por dejar la tierra en barbecho con la intención de reducir el banco de semillas del suelo mediante labores en ese año. Otros deciden intentar el control con otros herbicidas a los que no es resistente la población. Otra opción es la de intentar combinar diferentes estrategias de manejo siguiendo la filosofía de «muchos pequeños martillos» descrita por Liebmann y Gallandt (1997). Esta idea propone combinar interacciones directas e indirectas que afecten la competencia cultivo-hierba, producción de semillas de hierbas, dispersión y supervivencia de sus semillas etc. Se contempla la posibilidad de incluir tácticas para someter las hierbas a estrés múltiples y variables en el tiempo.

Existen diferentes aspectos de la biología de *P. rhoeas* importantes para el control de esta especie. Dos de ellos son la longevidad de las semillas en el suelo y la capacidad de germinación de las semillas dependiendo de la profundidad. Respecto al primer punto, numerosos estudios han demostrado que la longevidad de las semillas *P. rhoeas* es muy elevada. En el Reino Unido, Roberts y Feast (1973) encontraron 21% de semillas viables de *P. rhoeas* tras 6 años de enterrado en un suelo no perturbado. En otro ensayo de larga duración realizado en Dinamarca (MADSEN, 1962) se encontraron 13% de semillas capaces de germinar tras 26 años de enterrado. También en un ensayo realizado en Suiza se encontró una alta viabilidad: 81% de las semillas fueron capaces de germinar tras 11 años de enterrado (SALZMAN, 1954) frente a un 31% en el caso del ensayo suizo tras el mismo tiempo. Estos datos, aunque no esan numéricamente muy coherentes entre ellos, sí coinciden en que la viabilidad de las semillas de *P. rhoeas* enterradas en el suelo es alta. No obstante, en la revisión bibliográfica no se han encontrado datos para condiciones climáticas mediterráneas.

Por ello, una vez se haya alcanzado un banco de semillas elevado de esta especie en un campo, éste se mantendrá en el suelo durante mucho tiempo. Si se añade la característica de que se trata de semillas resistentes a herbicidas, el problema del control será prolongado.

Por otro lado, las semillas de la amapola son muy pequeñas (0.7 – 1 mm de largas por 0.5 mm de anchas [Holm y col., 1997]). Por ello, no pueden emerger de profundidades superiores a 2 cm (según Froud-Williams y col., 1984). Los mismos autores encontraron que la profundidad óptima para la germinación de *P. rhoeas* es entre 0.5 y 1 cm. También Bishop y Pemberton (1996) encontraron que esta especie es capaz de germinar entre 0.5 y 2 cm de profundidad.

En el presente trabajo se discuten posibilidades de manejo no químicas de poblaciones de *P. rhoeas* resistentes. Los objetivos son, por un lado, estudiar las posibilidades de reconversión hacia agricultura ecológica de campos con los problemas de monoespecificidad y de resistencia heredados de los sistemas de cultivo anteriores. Por el otro lado, también se pretenden ofrecer herramientas alternativas de control a agricultores convencionales. Los datos y observaciones se

han obtenido a partir de datos obtenidos durante los años 1998 hasta 2001 a raíz de la elaboración de una tesis doctoral. En ella se han desarrollado una serie de experimentos dirigidos al control de poblaciones de *P. rhoeas* resistentes a herbicidas. En el siguiente trabajo se incluyen únicamente los resultados que no tienen en cuenta el uso de herbicidas, se describen otros obtenidos en ensayos realizados posteriormente en 2001-2002 y se discuten otros posibles métodos. Con el presente trabajo se pretende, pues, una discusión para tratar de tener una visión de conjunto de las posibilidades de control de *P. rhoeas* existentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la elaboración de la presente comunicación se han utilizado los datos obtenidos en cuatro series de experimentos. Otros puntos son fruto de la observación de la evolución de poblaciones de esta especie durante varios años.

1. Durante las campañas de 1998-99 hasta 2001-02 se han realizado 12 ensayos de control mecánico en campos con elevadas densidades de *P. rhoeas* resistentes a dos herbicidas en diferentes localidades de la zona cerealista en Cataluña. En todos los ensayos se utilizó una grada marca Einböck de tres módulos midiendo 1.5 m de anchura cada uno. Los tratamientos ensayados difirieron según el campo pero incluyeron comparaciones de momentos de tratamiento, intensidades (ida y vuelta) y diferentes velocidades.
2. En otro ensayo se ha estudiado el efecto del labrado sobre la emergencia y el banco de semillas de *P. rhoeas*. Se comparó el cultivo mínimo (el normal en la zona) con el efecto de labrar una vez en otoño de 1998, una vez en otoño de 2000 y en ambos años.
3. Con el fin de observar la época de germinación de *P. rhoeas* se estableció un ensayo en dos localidades en las que se sembraron 1.000 semillas de dos poblaciones de esta especie en diversos recipientes llenos de tierra que no contenía otras semillas. Estos recipientes fueron enterrados en el suelo hasta su borde superior y se contabilizaron mensualmente las plántulas emergidas.
4. Se llevó a cabo otro ensayo para determinar la viabilidad de las semillas de *P. rhoeas* enterradas a 2, 8 y 20 cm de profundidad. Se enterraron lotes de 50 semillas colocadas en bolsitas de tela que se fueron extrayendo mensualmente. De cada lote se determinó la capacidad de germinación de las semillas y se valoró la viabilidad de las que no germinaron mediante el test de tetrazolio.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Posibles mecanismos de control de P. rhoeas

Rotaciones de cultivo

En las condiciones climáticas semiáridas de la zona de estudio (clima mediterráneo continental templado según la clasificación de Papadakis en la descripción climática de DE LEÓN, 1987) los meses de máxima germinación de *P. rhoeas* son entre octubre y febrero (CIRUJEDA,

2001). La germinación es bastante escalonada durante estos períodos y es mayor en años con más precipitación.

Ya que la germinación de amapola es continuada durante otoño e invierno, el cultivo de colza, guisante o veza (cultivos adaptados a zonas de secano de la zona) no solucionará el problema, ya que estos cultivos también coincidirán en el tiempo con la presencia de *P. rhoeas*. Además, los cultivos de leguminosas de secano en concreto son cultivos muy poco competitivos con las hierbas, por lo que se deberá evitar su implantación al menos en los primeros años. Por lo que respecta al cultivo de colza, según nuestras observaciones, en años húmedos puede competir con la amapola, aunque esta capacidad se ve muy reducida en años secos.

Una posibilidad sería la de sembrar algún cultivo forrajero (ray-grass, alfalfa, esparceta, etc.) aunque coincidiese con la época de germinación de *P. rhoeas*, ya que se produciría a la siega antes de que la amapola pudiese diseminarse. Estos cultivos, no obstante, pueden tener problemas de implantación en las zonas de secano y serán aptos solamente para zonas de secano frescal o de ragadío.

Otra opción es la de dejar el campo de barbecho o sembrado con destino para un abonado en verde durante los meses de otoño e invierno y sembrar en primavera un cultivo de verano. El problema es que en las condiciones climáticas en las que normalmente abunda amapola resitente (en secano semiárido), los cultivos de verano como el maíz y la alfalfa suelen necesitar riego, por lo que seguramente estos cultivos no son posibles en la zona.

Control mecánico mediante el uso de la grada de púas flexibles

Después de 5 años de ensayos en diferentes campos con elevadas densidades de *P. rhoeas* se ha observado que según del año, el control mecánico puede contribuir sustancialmente en reducir las densidades de amampola. Los resultados obtenidos utilizando la grada de púas flexibles difieren mucho según el ensayo dependiendo de varios parámetros. Estos son por ejemplo el estado de humedad del suelo, su textura, el tamaño de las hierbas, las condiciones climáticas después del tratamiento, etc. (RASMUSSEN, 1990, 1996; KURSTJENS y KROPFF, 2001).

En el caso de especies que desarrollan una fuerte raíz pivotante como lo es *P. rhoeas*, la grada no es suficientemente agresiva en cuanto la raíz inicia su engrosamiento (WELSH y col.., 1997).

Los mecanismos que intervienen en el control de las hierbas mediante el uso de la grada de púas flexibles son probablemente una combinación del arrancado y del enterrado de las plántulas. En el caso de estadios iniciales la porporción de plantas arrancadas es superior que en plantas mayores (KURSTJENS y col., 2000). La época del tratamiento influye en ello, ya que en plantas pequeñas dominará el arrancado de las mismas comportando la eliminación de las plantas mientras que en estadios más avanzados el mecanismo dominante será el enterrado (total o sólo parcial, según el tamaño de las plantas). En tratamientos tardíos además habrá una influencia de la competencia del cultivo, el cual podrá competir más contra *P. rhoeas* si éstas han recibido un estrés como por ejemplo un enterrado parcial.

Este fenómeno de la competencia se pudo observar claramente en un ensayo realizado en 2001-02. En él, se comparó el efecto de un tratamiento precoz (1-2 cm de diámetro) y el de un tratamiento tardío (3-7 cm de diámetro). En el segundo hubo una mortalidad muy reducida inicial que no obstante incrementó posiblemente debida a la competencia del cultivo, ya que se dieron unas condiciones meteorológicas muy favorables para el mismo (Figura 1).

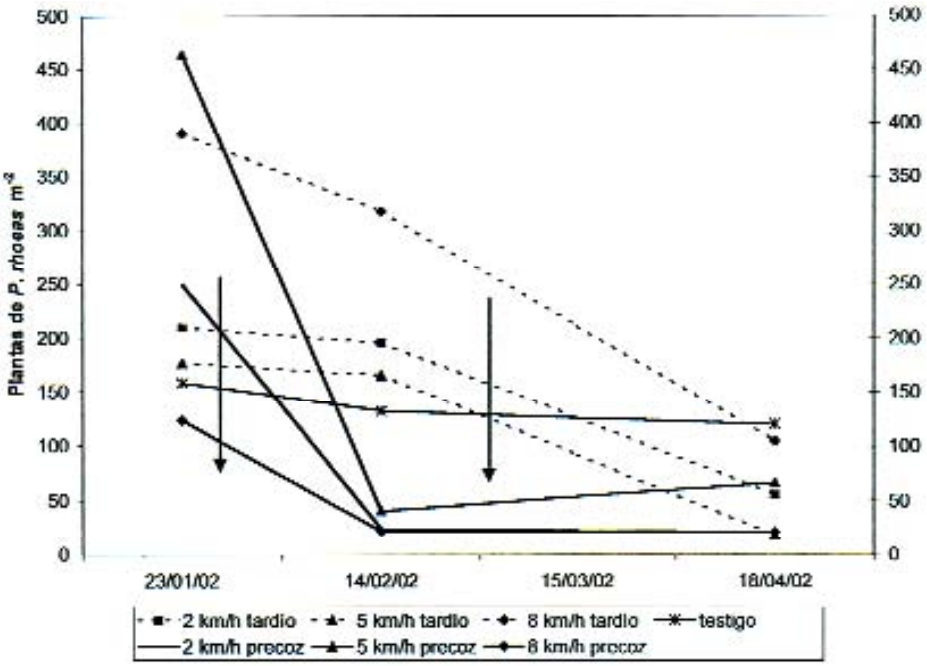


Figura 1. *Evolución de la densidad de Papaver rhoeas en Baldomar en 2001-02. Las flechas indican el momento de tratamiento con una grada de púas flexibles*

En los presentes ensayos se alcanzaron las mayores eficacias en condiciones de suelo seco y en estadios precoces de *P. rhoeas*. Esta especie fue difícil de arrancar cuando la hierba ya desarrolló un engrosamiento de su raíz pivotante. Aún así, se alcanzaron eficacias también bastante elevadas debido a la competencia de cultivo cuando las hierbas eran ya grandes para ser arrancadas.

Si las condiciones climáticas no favorecen el desarrollo del cultivo y no se ha podido pasar la grada tempranamente por ejemplo por un exceso de humedad en el terreno, el tratamiento puede ser deficiente.

Cultivo en líneas agrupadas

Este método, tradicional en Castilla, consiste en agrupar filas de cereal a poca distancia (p. ej. 3 líneas agrupadas separadas 10 cm cada una de ellas) dejando unas distancias mayores entre las otras (unos 60 cm). Este método, investigado por Carmelo Benaiges entre 1920 y 1960 fue ensayado por Lacasta y Meco (1996). Al crecer el cereal de forma muy densa se desarrollan menos hierbas en el interior de la fila reduciendo la necesidad de control. En los pasillos se lleva a cabo el desherbado utilizando un cultivador. A pesar de ser una hierba que desarrolla una fuerte raíz pivotante, *P. rhoeas* puede ser bien controlada con este apero aún en estadios avanzados siendo una ventaja respecto al uso de la grada de púas flexibles. En ensayos realizados en Dinamarca por Melander y col. (2001) la combinación del uso del cultivador e inmediatamente después también la grada incrementó la eficacia de control de las hierbas.

Si bien este método no ha sido ensayado en campos con infestaciones monoespecíficas de *P. rhoeas* consideramos que tiene un gran potencial para el control de esta especie incluso a densidades elevadas.

Labrado - manejo del suelo

Otra posibilidad para incidir en el control de *P. rhoeas* es la de enterrar las semillas de *P. rhoeas* a profundiades de las que no pueden emerger (como se ha descrito en la Introducción). Los resultados del ensayo realizado durante las campañas 1998-99 hasta 2000-01 mostraron una reducción de alrededor del 40% de la germinación debido al uso del arado de vertedera.

Los estudios sobre la viabilidad de las semillas de *P. rhoeas* en el suelo mostraron que éstas son muy persistentes en el suelo. Después de 31 meses de enterrado a 20 cm de profundidad el 92% de las semillas era todavía viable (CIRUJEDA, 2001). En caso de repetirse el labrado al cabo de dos años, parte de las semillas aún viables enterradas previamente fueron colocadas en posición favorable para germinar. Por ello, la emergencia fue mayor en estas parcelas que en las labradas una sola vez pero siguió siendo menor que en las parcelas no labradas.

En la práctica de la agricultura ecológica el uso del arado de vertedera no está aceptado, ya que la inversión de las capas del suelo provoca también un cambio en la microfauna y el equilibrio del mismo y puede incrementar problemas de erosión. A pesar de estos inconvenientes, se considera el labrado como un posible método de partida en casos de infestaciones de *P. rhoeas* muy elevadas con el fin de reducir el banco de semillas de esta especie.

Competencia con el cultivo

No se han encontrado resultados respecto a este tema en la bibliografía. Durante estos años, no obstante, se ha observado que la densidad final de *P. rhoeas* puede disminuir mucho de forma natural en años concretos debido a dos motivos principales. En años muy secos se puede producir una elevada mortalidad natural. En una localidad (Torrelameu en 1999-00) esta llegó hasta un 70%. Por otro lado, en años húmedos, la competencia del cereal puede llegar a ahogar las plantas de *P. rhoeas*. En Sanaüja se produjo una mortalidad natural del 84% en 2000-01 en parcelas testigo no tratadas debido a este motivo.

En otras ocasiones es necesario someter las hierbas a algún tipo de estrés previo a la competencia para llegar a reducir la densidad de hierbas. Esto se observó claramente en Baldomar (2001-02) en un ensayo en el que se pasó la grada en post-emergencia tardía produciéndose una baja mortalidad inicial, ya que las plantas de amapola sólo eran parcialmente enterradas (Figura 1). Las posteriores lluvias le dieron tanto vigor al cereal que ahogó las plantas de *P. rhoeas*, las cuales no desaparecieron pero sí quedaron muy pequeñas y con poca capacidad de producción de flores y semillas.

En los casos observados se trata en todo caso de competencia al final del ciclo, ya que en los presentes ensayos se ha trabajado con variedades de cebada y trigo convencionales, es decir, variedades no especialmente seleccionadas para competir contra las hierbas. El efecto de competencia observado podrá, por tanto, ser todavía mayor si se trabajara con variedades especialmente competitivas en estadios iniciales de desarrollo.

Otros aspectos

Existen otros aspectos que pueden intervenir en el control de *P. rhoeas* y de los cuales no se han realizado ensayos. Un posible aspecto es el de la fertilidad del suelo. Mahn (1988) describe como el uso de fertilizantes influencia la estructura y desarrollo de comunidades y de sus componentes de modo específico. Es por ello posible que un cambio en el manejo de la fertilidad del suelo afecte también la germinación y establecimiento de *P. rhoeas*. También el manejo de los residuos de cosecha (la paja del cereal) puede influir sobre estos aspectos. Como se ha comentado previamente, ajustar la densidad de siembra y escoger varidades de cereal que favorezcan la competencia precoz con las plántulas también es un aspecto a tener en cuenta. Aparte de estas propuestas, quedan otras muchas posibilidades por investigar.

Los resultados expuestos en este trabajo han sido, en parte, publicados en la tesis doctoral defendida por Alicia Cirujeda en 2001 y dirigida por Andreu Taberner y Jordi Recasens en la Universidad de Lleida.

BIBLIOGRAFÍA

BISHOP, AC.; PEMBERTON, BM. (1996). Germination and emergence characteristics of wild poppies (*Papaver* spp.) as well as weeds of oil poppy (*Papaver somniferum*) in Tasmania, Australia. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress*, Copenhagen, Denmark, 73-78.

CIRUJEDA, A. (2001). *Control Integrado de Poblaciones de* Papaver rhoeas L. *Resistentes a Herbicidas*. Tesis Doctoral, Universidad de Lleida.

FROUD-WILLIAMS, RJ.; CHANCELLOR, RJ.; DRENNAN, DSH (1984). The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *Journal of Applied Ecology* 21, 629-641.

HOLM, L.; DOLL, J.; HOLM, E.; PANCHO, J.; HERBERGER, J. (1997). *Papaver rhoeas* L. En: *World Weeds Natural Histories and Distribution*. Eds.: L. Holm, J. Doll, E. Holm., J. Pancho & J. Herberger, John Wiley & Sons Inc., New York, 555-561.

KURSTJENS, DAG; PERDOK, UD; GOENSE, D. (2000). Selective uprooting by weed harrowing on sandy soils. *Weed Research* 40, 431-447.

KURSTJENS, DAG; KROPFF, M.J. (2001). The impact of uprooting and soilcovering on the effectiveness of weed harrowing. *Weed Research* 41, 211-228.

LACASTA, C.; MECOR, R. (1996). Cultivo en líneas agrupadas: recuperación de un manejo tradicional del secano. *Proceedings of the 2nd Congress of the Spanish Society of Ecological Agriculture*, Pamplona, Spain, 449-457.

DE LEÓN, A. (1987). *Caracterización agroclimática de la provincia de Lleida*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

LIEBMAN, M.; GALLANDT, E.R. (1997). Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. En: *Ecology in Agriculture*, Ed. M. Liebman y ER Gallandt, Cambridge Ed., 291-343.

MADSEN, SB (1962). Germination of buried and dry stored seeds III (1934-1960). Proceedings of the International Seed Testing Association 27, 4, 920-928.

MAHN, E-G (1988). Changes in the structure of weed communities affected by agro-chemicals – wat role does nitrogen play? *Ecological Butlletins* 39, 71-73.

MELANDER, B.; RASMUSSEN, K.; RASMUSSEN, IA.; ORGENSEN, M.H. (2001). Radrensning med og udenm ukrudtsharvning i vintersaed om foråret i samspil med forskellige dyrkningsfaktorer (Row hoeing followed by weed harrowing in winter cereals in the spring under the influence of different cropping factors. With English summary). In: Proceedings 18th Danish Plant Protection Conference I, Nyborg, Denmark, 211-225.

RASMUSSEN, J. (1990). Selectivity -an important parameter on establishing the optimum harrowing technique for weed control in growing cereals. *Proceedings of the European Weed Research Society (EWRS) Symposium, Integrated Weed Management in Cereals*, 197-204.

RASMUSSEN, J. (1996). Mechanical weed management. *Proceedings of the Second International Weed Control Congress*, Copenhagen, Denmark, 943-948.

ROBERTS, HA.; FEAST, P.M. (1973). Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *Journal of Applied Ecology* 10, 133-143.

SALZMAN, R. (1954). Untersuchungen über die Lebensdauer von Unkraustsamen im Boden. *Mitteilungen für die Sch - weizer Landwirtschaft* 2, 170-177.

WELSH, J.P.; BULSON, HAJ; STOPES, CE.; FROUD-WILLIAMS, R.J.; MURDOCH AJ. (1997). Mechanical weed control in organic winter wheat. *Aspects of Applied Biology* 50, 375-384.

Estudio de la flora arvense asociada a los cereales de ambientes semiáridos en rotación de cultivos de secano

J. CHAO[1], C. LACASTA[2], E. ESTALRICH[3], R. MECO[4] Y R. GONZÁLEZ PONCE[1]

1 CCMA, CSIC, C/Serrano 115 B. 28006 Madrid.
2 CCMA, CSIC, Finca Experimental «La Higueruela», 45530 Santa Olalla, Toledo.
3 Escuela Taller Albardin Concejalía Ciudad Sostenible, 28801 Alcalá de Henares.
4 Servicio de Investigación y Tecnología Agraria. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla la Mancha, 45071 Toledo.

RESUMEN

En este trabajo se presentan los primeros resultados del efecto de diferentes rotaciones ecológicas sobre la flora arvense invasora de los cultivos. El estudio se realizó sobre un experimento de nueve años de antigüedad en Santa Olalla, Toledo. Tomando siempre como referencia el cultivo de cebada, se estudiaron las siguientes rotaciones: cebada → barbecho; cebada → girasol; cebada → veza forrajera; cebada → veza enterrada; cebada → garbanzo; monocultivo de cebada ecológica y monocultivo de cebada tradicional.

Los resultados muestran que es la rotación cebada _ barbecho la que ejerce un mejor control sobre la aparición de malas hierbas y, que el manejo del suelo y del cultivo realizado en cada tratamiento, influye sobre la cantidad de especies y la abundancia de perennes y anuales.

INTRODUCCIÓN

La utilización de herbicidas como forma de tratamiento más seguro, se ha convertido en una práctica corriente en la mayoría de las explotaciones agrícolas. La necesidad de reducir los costes de producción, la invasión de hierbas resistentes por inversión de flora o los riesgos de contaminación, ha tenido como consecuencia un aumento en los programas dedicados a la lucha contra las malas hierbas de forma más razonada y ecológica. (DESSAINT y col., 1993; LACASTA y col., 1997; MOYANO y col., 1998; GARCÍA MARTÍN y LABRADOR MORENO, 1999).

Por otra parte, no siempre son evidentes las ventajas de una aplicación herbicida, particularmente en densidades bajas de infestación de malas hierbas (ZARAGOZA y col., 1998). Diversos estudios sobre rotaciones de cultivos demuestran que, con la introducción de un año de barbecho o de un cultivo de leguminosa no se producen diferencias significativas en el banco de semillas del suelo de avena loca, en relación al cultivo continuado de cereal con tratamiento her-

bicida (SOMODY y col., 1982; FERNANDEZ-QUINTANILLA y col., 1984; NAVARRETE y FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1996).

Ball (1992) afirma que en una agricultura convencional, la rotación de cultivos es el factor más determinante en la composición del banco de semillas del suelo y en la posterior aparición de la flora arvense, ya que todas las operaciones de cultivo, incluyendo el tratamiento herbicida, van a depender del tipo de cultivo. Por lo tanto, este concepto de la agricultura ecológica, la rotación de cultivos con distintas fechas de siembra y diferente tipo de crecimiento, reduce las oportunidades para el crecimiento de la flora arvense, produciendo una alteración en la población de especies (LIEBMAN Y DAVIS, 2000). Las rotaciones de cultivo con leguminosas o girasol cuando se comparan con un cultivo continuado de cereal disminuyen de forma significativa el número de plantas de malas hierbas (GARCÍA-MURIEDAS y col., 1997). Doucet y col. (1999) demostraron que esta variación de la densidad de malas hierbas está más influenciada por las labores (fechas de siembra y cosecha, tipo de escarda, etc.) que por la rotación de cultivos. Además, añadían que la longitud de la rotación es también un factor fundamental a tener en cuenta.

El efecto de la rotación de cultivos sobre la flora arvense ha sido estudiado principalmente en agricultura convencional con fertilización química de síntesis, lo que favorece el poder competitivo del cereal frente a las malas hierbas, resultando el efecto de las rotaciones muy positivas en el control de la flora acompañante. Ahora bien cuando se estudia el efecto de las rotaciones sobre las malas hierbas en agricultura ecológica, los resultados no son tan concluyentes. En un experimento donde se testan doce ensayos con diferentes escardas y distintos tipos de fertilización (ZARAGOZA y col., 1998), se comprobaba que sólo en tres ensayos la producción de cereal disminuía significativamente por efecto de la menor competencia del cereal con las malas hierbas debido a la falta de fertilización química. En el mismo experimento donde se realiza este trabajo se comprobó, comparando rotaciones ecológicas frente a rotaciones convencionales con fertilización química, que el número de plantas de malas hierbas era muy superior en las rotaciones ecológicas (MECO y col., 1998); aunque los mismos autores indicaban que en los cinco años de experimentación sólo el año 1996-97, la densidad de malas hierbas era lo suficiente alto para poder estudiar posibles diferencias.

El objetivo del presente trabajo es conocer el efecto que tienen diferentes rotaciones ecológicas en el control de la flora arvense invasora de los cultivos, y al mismo tiempo, comprobar si existe algún tipo de relación entre cada rotación de cultivos y algunas especies o familias en particular.

MATERIAL Y MÉTODOS

La realización de este trabajo se ha desarrollado en la finca experimental «La Higueruela», en Santa Olalla (Toledo), sobre una rotación ecológica ya establecida de 9 años de antigüedad. El presente estudio forma parte de un proyecto más amplio, de 4 años, aquí se adelantan los resultados del primer año (2001/2002).

Suelo: El suelo es uniforme, profundo, con alta capacidad de retención de agua, de textura franco-arcillosa-arenosa. Las características químicas medias son: materia orgánica = 1.4%; carbonato cálcico = 2.5%; pH = 7; P = 20 mg/Kg suelo; K = 180 mg/Kg suelo (LACASTA Y MECO, 2000).

Diseño experimental: «Bloques al azar» con 3 repeticiones por tratamiento, cada bloque constituido de 12 parcelas de 400 m^2 (20 x 20 m). Las distancias entre bloques son de 10 metros, y entre parcelas, de 5 metros. Los resultados de biomasa seca de los distintos tratamientos fueron sometidos a un análisis de varianza, las diferencias encontradas entre estos se separaron por el test de LSD a un nivel de probabilidad de $P<0.05$.

Tratamientos: Se estudiaron las siguientes rotaciones: 1. Cebada → barbecho (C/B); 2. Cebada → girasol (C/GI); 3. Cebada → veza forrajera (C/VF) 4. Cebada → veza enterrada (C/VE) 5. Cebada → garbanzo (C/GA).

Se utilizaron dos tratamientos de monocultivo de cebada como testigos: 1. Cebada ecológica (CE); 2. Cebada tradicional (CT) con aporte de fertilizantes (90-45-45) y de herbicida. Por lo tanto, se tomó siempre como base el cultivo de cebada.

Variedades y operaciones de cultivo: Se utilizó cebada cv. Albacete, girasol cv. Pedrovit, veza común y garbanzo cv. Eulalia.

Se realizaron 2 pases de cultivador en todas las parcelas antes de la siembra de la cebada y la veza (9/Nov), antes de la siembra del garbanzo (22/Feb) también se dio 1 labor con el cultivador en las parcelas sin cultivo, y lo mismo antes de la siembra del girasol (26/Abr). Además, en las parcelas de cebada tradicional se fertilizó en presiembra con 300 Kg 15-15-15 y, el 25 de enero, en cobertera con 150 Kg de NO_3NH_4 al 33.3% de N. También se realizó un tratamiento herbicida MCPP (Oxitril a 2 l/ha) contra especies de hoja ancha, el 1 de febrero. Las labores de corte de la veza y enterrado o empacado según el caso, se realizaron a mediados de mayo.

Muestreos: Durante el desarrollo de la cebada y demás cultivos, se ha llevado a cabo un seguimiento quincenal de la evolución de las 36 parcelas, prestando máxima atención a la aparición y desarrollo de las malas hierbas en las parcelas con cebada.

En los meses de febrero y abril, en todas y cada una de las parcelas de cebada, se recogieron 3 muestras al azar de la vegetación contenida en un cuarto de metro cuadrado. A continuación se separaron las plantas por especies distintas y se procedió a su secado en estufa a 60ºC durante 48 horas. Posteriormente se pesaron, de forma separada, con una balanza de precisión, para obtener así la biomasa seca de las malas hierbas y de la cebada.

En la segunda quincena de mayo se llevó a cabo la determinación y clasificación de todas las especies existentes en el total de parcelas. A través de transeptos por cada una de las parcelas, se determinó la presencia, el recubrimiento (también del cultivo) y la abundancia de cada especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los transeptos realizados durante la segunda quincena de mayo, se encontraron 85 especies distribuidas en 24 familias, siendo la más representativa la familia de las compuestas que contiene 24 especies diferentes (Tabla I). Del total de especies, 69 fueron anuales y las otras 16 perennes, por lo tanto encontramos un 19% de estas último tipo, cuyo control es más complicado.

Tabla I. Número total de especies de malas hierbas pertenecientes a cada familia observadas en el total de parcelas. Las cifras entre paréntesis indican el porcentaje de especies pertenecientes a esa familia respecto del total de especies presentes en todas las parcelas

FAMILIA	nº de especies	FAMILIA	nº de especies
Compuestas	24 (28,2%)	**Labiadas**	2 (2,3%)
Gramineas	7 (8,2%)	**Poligonáceas**	2 (2,3%)
Crucíferas	7 (8,2%)	**Ranunculáceas**	2 (2,3%)
Umbelíferas	6 (7,1%)	**Amarantáceas**	1 (1,2%)
Cariofiláceas	5 (7,1%)	**Chenopodiácea**	1 (1,2%)
Escrofulariácea	5 (5,9%)	**Convolvuláceas**	1 (1,2%)
Leguminosas	4 (4,7%)	**Cucurbitáceas**	1 (1,2%)
Liliáceas	3 (3,5%)	**Primuláceas**	1 (1,2%)
Papaveráceas	3 (3,5%)	**Resedáceas**	1 (1,2%)
Boragináceas	2 (2,3%)	**Rubiáceas**	1 (1,2%)
Campanuláceas	2 (2,3%)	**Salsoláceas**	1 (1,2%)
Euforbiáceas	2 (2,3%)	**Timeláceas**	1 (1,2%)

Es a partir de enero cuando las primeras malas hierbas invemales empezaron a ser reconocibles, las especies predominantes eran: *Anacyclus clavatus, Cirsium arvense, Lolium perenne* y *Veronica hederifolia.* Algunas de estas especies de germinación otoñal temprana, como *Veronica hederifolia* o *Capsella bursa-pastoris* van a realizar su ciclo vegetativo completo muy rápidamente, por lo que van a competir únicamente con el cultivo cuando éste se encuentra en estado de ahijamiento. Estas especies, a pesar de ser muy abundantes en el período inicial, no van a competir con el desarrollo posterior del cultivo. Algo parecido sucede, aunque en menor medida, con *Poligonum aviculare,* cuya abundancia es muy alta en los meses de enero y febrero, pero en abril y mayo, el mayor poder competitivo de la cebada y del resto de especies, impide en muchos casos su desarrollo.

Son 5 o 6 especies las que van a competir fundamentalmente con el cultivo de cebada (Tabla II). Aunque cada tratamiento va a generar especies y abundancias diferentes, en general, contabilizando el total de las parcelas, se podría indicar que *Convolvulus arvensis* (especie rizomatosa), *Anacyclus clavatus* y *Lolium rigidum* (especies anuales) son las 3 malas hierbas más abundantes, ya que fueron halladas en todas las parcelas y además mostraron un porcentaje de recubrimiento superior al resto de especies.

En el tratamiento C/B hemos encontrado el nivel más bajo de malas hierbas, en relación al resto de rotaciones (Gráfico 1), además no hay ninguna especie cuya presencia sea dominante en las parcelas de este tratamiento, luego podría decirse que el control sobre las malas hierbas invasoras tras un año en barbecho del terreno es muy bueno, confirmando así los resultados de Fernández-Quintanilla y col. (1984). Las labores continuas realizadas en el barbecho impidieron el rebrote y la floración de las especies perennes, como *Cirsium arvense* y *Convolvulus arvensis,* y esto se vio reflejado este año en el cultivo de cebada (Tabla II).

En la rotación de C/GI las malas hierbas se comportaron de forma distinta respecto a C/B. La infestación de malas hierbas aumenta mucho, pasando de ser prácticamente inexistente en invierno a recubrir una gran parte de la parcela con la llegada de la primavera (Gráfico 1). Por lo tanto en estas parcelas de cebada, las especies asociadas que encontramos son básicamente especies con germinación primaveral, hay, por ejemplo, una invasión de *Convolvulus arvensis* (Tabla II). En los años de la rotación en los que hay girasol en la parcela, las labores previas a la

siembra, en abril, estirpan las malas hierbas invernales antes de que estas produzcan sus semillas, impidiendo así al año siguiente su presencia en el cultivo de cebada. Este aumento de la flora en primavera también se debe a una disminución de la capacidad competitiva del cereal en esta rotación, no hay que olvidar que el girasol es una especie esquilmante y que si no hay una restitución de nutrientes el cereal se va a encontrar en un medio mucho más pobre que en el resto de las rotaciones. Todo esto, unido con un posible efecto alelopático que se le atribuye a los restos de girasol, el cual podría inhibir la nascencia de algunas especies (MORRIS y PARRISH, 1992), ayudaría a explicar este flujo de vegetación observado.

Tabla II. Valores medios, en gr/m^2, de biomasa seca del cultivo de cebada y de las malas hierbas principales asociadas para los meses de febrero y abril de 2002. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos por el test de LSD (p<0,05). En los valores sin letras no se han hallado diferencias significativas. * se estudian en conjunto las especies de la familia *umbeliferae: Torilis nodosa* (L.) Gaertner, *Torilis leptophylla* (L.) Reich. fil. y *Scandix pecten-veneris* L., debido a la dificultad para su diferenciación en algunos estados fenológicos

FEBRERO/02	CT	CE	C/B	C/GI	C/VF	C/VE	C/GA
Cebada	96.40 c	41.77 a	56.44 a	42.37 a	86.92 bc	64.28 ab	44.97 a
***Cirsium arvense* L.**	1.16 a	5.33 b	0.00 a	0.00 a	1.21 a	0.29 a	2.36 ab
***Lolium perenne* L.**	2.08 b	0.67 ab	0.41 ab	0.01 a	0.07 a	0.88 ab	0.10 ab
***Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers.**	0.06	0.05	0.04	0.04	0.31	0.03	0.07
***Poligonum aviculare* L.**	0.00 a	0.04 b	0.02 ab	0.02 ab	0.00 a	0.01 ab	0.03 ab
***Galium tricome* Withering.**	0.04	0.58	0.14	0.06	0.05	0.03	0.04
Umbeliferae*	0.05 ab	0.34 d	0.15 abcd	0.01 a	0.21 bcd	0.26 cd	0.08 abc
ABRIL/02	**CT**	**CE**	**C/B**	**C/GI**	**C/VF**	**C/VE**	**C/GA**
Cebada	712.36 b	361.38 a	333.73 a	243.87 a	559.96 b	352.98 a	301.16 a
***Cirsium arvense* L.**	1.13 a	8.16 b	0.60 a	0.00 a	1.87 ab	4.89 ab	8.29 b
***Lolium perenne* L.**	11.60 b	8.91 ab	1.73 a	0.80 a	1.91 ab	6.78 ab	4.22 ab
***Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers.**	0.00 a	2.27 ab	0.31 a	2.24 ab	5.76 b	1.76 ab	0.51 a
***Galium tricome* Withering.**	0.03 a	2.23 b	1.16 ab	0.37 ab	0.00 a	0.27 ab	0.13 a
***Convolvulus arvensis* L.**	0.02 a	2.54 ab	1.82 ab	6.33 b	5.67 b	1.53 ab	3.45 ab
Umbeliferae*	0.08 a	2.73 c	0.98 ab	0.71 ab	2.24 bc	1.36 abc	1.00 ab

En las rotaciones C/B y C/GI, las labores determinan en gran medida la erradicación de la mayoría de las especies perennes. El *Cirsium arvense* es una planta rizomatosa prácticamente inexistente en estos tratamientos (Tabla II), sin embargo el *Convolvulus arvensis*, igualmente perenne pero de germinación primaveral, no está tan bien controlado, sobre todo en el tratamiento de C/GI. El control de este tipo de especies necesita un manejo de suelo adaptado a su forma de supervivencia o un herbicida especifico (DORADO y col., 1997; GARCÍA MARTÍN y LABRADOR MORENO, 1999).

La especie *Anacyclus clavatus* aparece dominante en la rotación C/VF, siendo significativamente superior en abril, en cuanto a peso seco con respecto a los tratamientos CT, C/B y C/GA (Tabla II), confirmando la tendencia asociativa ya remarcada en el año anterior y también en 1994 por Meco y col., en cuyos resultados comentaban la existencia de una mayor abundancia de esta especie en la rotación C/VF.

El monocultivo de cebada tradicional, CT, es aparentemente, el cultivo menos influido por la aparición de malas hierbas (Gráfico 1), puesto que estas son controladas por un herbicida de post-emergencia aplicado antes del primer muestreo en febrero. La especie invasora que más abundó en este tratamiento fue *Lolium perenne* (Tabla II), contra la cual no se usó herbicida debido a la no presencia en años anteriores.

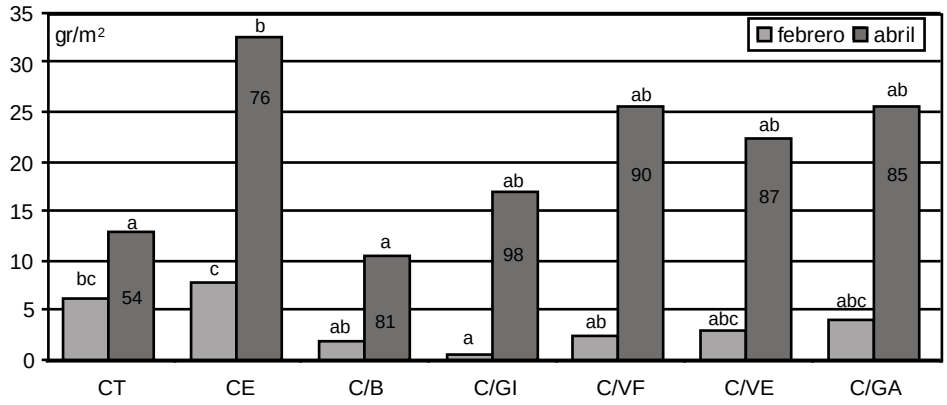


***Gráfico 1**. Evolución de la biomasa de malas hierbas en peso seco, entre los meses de febrero y abril de 2002. Los números de las columnas indican el porcentaje de incremento de biomasa del segundo mes respecto al primero. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para cada mes por el test de LSD (p<0,05).*

El monocultivo ecológico, CE, por el contrario, es el tratamiento más invadido por las malas hierbas, tanto en febrero como en abril (Gráfico 1), esto se debe al cultivo continuado de cebada y a que no se emplea ningún tipo de tratamiento para controlar la aparición de éstas. La flora arvense es, en su mayoría, de invierno, dominando anuales como: *Galium tricorne* o algunas umbeliferas, y también especies perennes como el *Cirsium arvense*. En el caso de las especies de la familia *Umbeliferae*, encontramos en el CE un aumento significativo de su biomasa seca con respecto a la mayoría de los otros tratamientos. En este sentido Dorado y col. (1997) advirtieron una elevada presencia de *Scandix pecten-veneris* y *Torilis nodosa* en cultivo continuado de cebada. Las rotaciones CE y C/GA, tienen una mayor presencia de *Cirsium arvense* que el resto de las rotaciones (Tabla II), la razón está en que en estas dos rotaciones, las labores se reciben o bien sólo en otoño (CE) o en otoño e invierno (C/GA), mientras el resto tienen labores durante todo el año o se utiliza herbicida en el caso de CT.

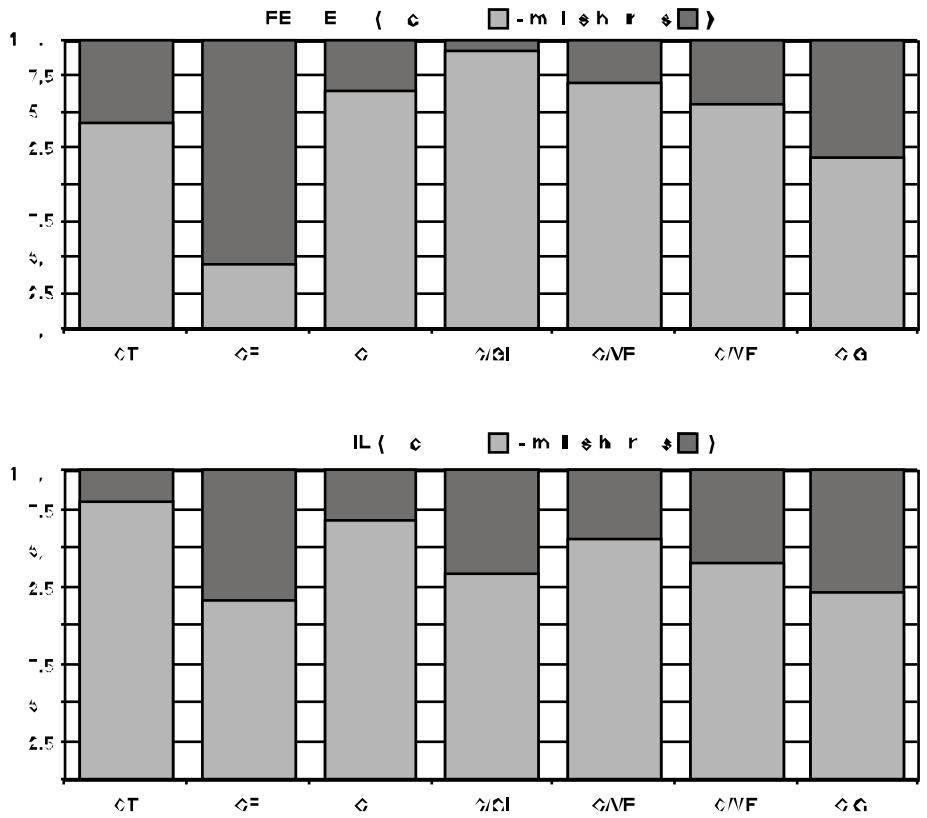
El porcentaje de biomasa seca de cebada y malas hierbas comparado a lo largo del año para los distintos tratamientos (Gráficos 2 y 3) nos indica que en la rotación C/GI existe una gran explosión de la vegetación arvense en abril, pasando de valores prácticamente nulos en febrero (0,7%) a un valor elevado (6,5%), más parecido al resto de tratamientos, por tanto hay un aumento de casi un 100% en abril. Como ya se indicó anteriormente, el cultivo de cebada se vio afectado por una invasión de especies primaverales (Gráfico 1).

De manera opuesta se comportan los dos monocultivos de cebada, CT y CE, ya que en abril se produjo una disminución de la biomasa seca de malas hierbas, esta es de un 4% en CT y de un 7,3% en CE (Gráficos 2 y 3). En estos casos el cultivo de cebada aumentó su poder compe-

titivo, deteniendo parcialmente el desarrollo inicial de las malas hierbas, es decir, ambos monocultivos se ven afectados básicamente por especies invernales, poniendo freno a la aparición de las especies de primavera (Gráfico 1).

El resto de los tratamientos se mantuvo aparentemente en porcentajes parecidos, variando en menos de un 1,5% entre las dos fechas estudiadas, por lo tanto en estas rotaciones no se vio una clara variación en la competencia cebada–malas hierbas a lo largo del ciclo del cultivo.

En cuanto al porcentaje total de malas hierbas en cada tratamiento (Gráficos 2 y 3), resulta sorprendente que en el peor de los casos estas no superan el 10% de biomasa seca, por consiguiente, las rotaciones ecológicas parecen ser un buen sistema para el control de la flora arvense de los cereales. Aunque no hay que olvidar, que estos bajos niveles de infestación pueden deberse a multiples factores, algunos no estudiados aquí. Entre ellos, un factor importante es el clima, en el año anterior, por motivos meteorológicos, no se pudo sembrar la cebada del experimento hasta mediados de marzo, con lo que las labores preparatorias eliminaron gran cantidad de flora arvense, lo que pudo producir una variación importante en la cantidad y diversidad de la población de especies adventicias en muchas de las parcelas.



***Gráficos 2 y 3**. Comparación del porcentaje de biomasa seca del cultivo de cebada y sus malas hierbas asociadas en febrero y abril de 2002 respectivamente.*

En cuanto a la biomasa seca de cebada (Tabla II), en abril, la rotación C/VF sin fertilización, fue significativamente superior al resto, excepto con el monocultivo CT al que se le aportó fertilizante. En febrero sucede lo mismo, pero no hay diferencias significativas con la rotación C/VE, por lo tanto, ha habido una mayor competencia de la cebada en la rotación con veza forrajera. Además, los resultados de producción de grano obtenidos en la cosecha, confirman estos valores (datos no presentados). En sus resultados, Lacasta y Meco (2000), afirman que, comparando rotaciones ecológicas y convencionales, la rotación más rentable es la de cereal con veza forrajera.

BIBLIOGRAFÍA

BALL, D.A. (1992). Weed seedbank response to tillage, herbicides and crop rotation sequence. *Weed Science 40*, 654-659.

DESSAINT, F., CHADOEUF, R.; BARRALIS, G. (1992). Influence à long terme du travail du sol sur la densité des levées d'adventices en situation de non desherbage. *Canadian J. Bot. 71*, 919-926.

DORADO, J., DEL MONTE J. P; LÓPEZ FANDO, C. (1997). Efectos de la rotación de cultivos y los sistemas de laboreo sobre la flora arvense en ambiente semiárido. *Actas del congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, 41-46.

DOUCET, C., WEAVER, S.E., HAMILL, A.S.; ZHANG, J. (1999). Separating the effects of crop rotation from weed management on weed density and diversity. *Weed Science 47*, 729-735.

FERNADEZ-QUINTANILLA, C., NAVARRETE, L.; TORNER, C. (1984). The influence of crop rotation on the population dynamics of *Avena sterilis* ssp. *ludoviciana* in central Spain. *Proceedings 3rd EWRS Symposium on weed problems in the Mediterranean area, Lisbon*, 9-16.

GARCÍA MARTÍN, A.; LABRADOR MORENO, J. (1999). Manejo ecológico para el control de adventicias en agrosistemas cerealistas de secano semiárido. *Actas del Congreso europeo de Agricultura Sostenible en ambientes mediterráneos*, 124-128.

GARCIA-MURIEDAS, G., ESTALRICH, E., LACASTA, C.; MECO, R. (1997). Efecto de las rotaciones de cultivos herbáceos de secano sobre las poblaciones de adventicias. *Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, 33-36.

LACASTA, C. GARCÍA MURIEDAS, G., ESTALRICH, E.; MECO, R. (1997). Control mecánico de adventicias en cultivos herbáceos del secano. *Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología*, 33-36.

LACASTA, C.; MECO, R. (2000). Costes energéticos y económicos de agrosistemas de cereales considerando manejos convencionales y ecológicos. *Actas del IV Congreso SEAE. En prensa.*

LIEBMAN, M.; DAVIS, A.S. (2000). Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research 40*, 27-47.

MECO, R., LACASTA, C.; DORADO, J. (1994). Transformación a la agricultura ecológica de un sistema de secano. *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. Actas del I Congreso SEAE*, 133-141.

MECO, R., LACASTA, C., ESTALRICH, E.; GARCÍA-MURIEDAS, G. (1998). La agricultura ecológica en cereales, una altemativa para zonas semiáridas. *Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso SEAE*, 83-93.

MORRIS, P.J.; PARRISH, D.J. (1992). Effects of sunflower residues and tillage on winter wheat. *Field Crops Research 29*, 317-327.

MOYANO, A., BENITO, M., CARRAMIÑANA, N.; CIRIA, Mª.P. (1998). Control mecánico de malas hierbas y su efecto sobre la producción de cebada y trigo en Soria. *Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso SEAE*, 129-134.

NAVARRETE, L.; FERNÁNDEZ QUINTANILLA, C. (1996). The influence of crop rotation and soil tillage on seed population dynamics of *Avena sterilis* ssp *ludoviciana*. *Weed Research 36*, 123-131.

SOMODY, C.N., FAY, P.K., NALEWAJA, J.D.; MILLER, S.D. (1982). The wild oats pilot project. *North Dakota Farm Research 39 (4)*, 25-30.

ZARAGOZA, C., AIBAR, J., CAVERO, J., CIRIA, P., CRISTOBAL, M.V., DE BENITO, A., GRACÍA MARTÍN, A., GARCÍA MURIEDAS, G., HERNANDEZ, J., LABRADOR, J., LACASTA, C., LAFARGA, A., LEZAUN, J.A., MECO, R., MOYANO, A., NEGRO, M.J., SOLANO, M.L., VILLA, F. Y VILLA, I. (1998). Manejo ecológico de agrosistemas en secanos semiáridos. Resultados de doce ensayos sobre fertilización y escarda. *Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso SEAE*, 75-81.

Biología y control de *Rumex obtusifolius* L. en sistemas ecológicos

F.X. SANS, J. PINO, R.M. MASALLES

Departament de Biologia Vegetal. Universitat de Barcelona. Avda. Diagonal 645. Barcelona.
e-mail: *xsans@porthos.bio.ub.es*

RESUMEN

Se presentan diversos experimentos en comunidades herbáceas perennes, cuyos resultados pueden ser de utilidad para el control de la romaza (*Rumex obtusifolius* L.) en sistemas ecológicos. Se analiza la dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* en una rotación alfalfa-cereal de invierno con objeto de evaluar la evolución de las poblaciones en relación con la duración de cada uno de los cultivos. Además, se analiza la capacidad de rebrote de los fragmentos de la estructura subterránea en relación con el contenido hídrico, la profundidad de enterramiento y la disponibilidad hídrica del suelo.

INTRODUCCIÓN

Las malas hierbas perennes constituyen un importante problema en los sistemas ecológicos debido principalmente a la capacidad de multiplicación vegetativa que las hace resistentes a numerosas prácticas de control (LAMPKIN, 1998). El desarrollo de programas de control efectivos de las malas hierbas perennes requiere disponer de un buen conocimiento de la biología reproductiva y valorar la importancia relativa de la producción de semillas y de los mecanismos de multiplicación vegetativa. Además, el análisis de la evolución de las poblaciones en relación con las prácticas culturales mediante modelos matemáticos permite revelar los factores que regulan el tamaño de las poblaciones y, en consecuencia, diseñar sistemas de manejo para un control más eficaz (SANS, 1999).

La romaza, acedera o lengua de buey (*Rumex obtusifolius* L.) está considerada una de las especies arvenses más problemáticas, especialmente en los pastizales de buena parte de Europa (HAGGAR, 1980) y en los cultivos de regadío sometidos a periódicas siegas (p. e. alfalfares y frutales de regadío) de la región mediterránea (MASALLES y SANS, 1988; PINO y col., 1997b). Las poblaciones de *R. obtusifolius* reducen la producción de los prados y la calidad del forraje (OSWALD y HAGGAR, 1983).

La producción de semillas constituye el principal sistema de renovación de las poblaciones de la especie, con una producción anual que depende del tamaño de la planta y oscila entre 100

y 60000 semillas por individuo. Pese a la elevada producción de semillas por individuo, el 75% de las semillas no llegan a incorporarse al suelo en los cultivos de alfalfa, sino que son retiradas del campo junto con la cosecha (PINO y col., 1997a). Además, las semillas enterradas en profundidad pueden permanecer viables varios años (CAVERS y HARPER, 1964) y germinar rápidamente después de una perturbación (ROBERTS y TOTTERDELL, 1981). En pastizales densos, sin embargo, el establecimiento esta restringido a los claros ocasionados por el apelmazamiento del suelo asociado a la mecanización; también el sobrepastoreo y la sobrefertilización favorecen la aparición de claros (CAVERS y HARPER, 1967; HAGGAR, 1980; BASTIDA, 2002).

R. obtusifolius es una poligonácea herbácea perenne. La estructura subterránea está formada por una raíz axonomorfa engrosada y un conjunto de ramificaciones que se forman por encima del cuello de la raíz a modo de rizoma corto y ramificado. En los nudos de este rizoma se forman raíces caulogénicas, también axonomorfas y capaces de acumular reservas. Los tallos aéreos se forman en los ápices de las ramificaciones del rizoma. El mecanismo de multiplicación vegetativa de *R. obtusifolius* consiste en la fragmentación del rizoma, por necrosis de sus ramificaciones más viejas, y el establecimiento de un clon de descendientes que regeneran un sistema radical propio a partir de raíces caulogénicas (PINO y col., 1995). Este mecanismo, observado en plantas de prados húmedos, afecta a los individuos de cinco o más años de edad. Por ello, su importancia en los cultivos de alfalfa parece ser escasa, ya que la mayoría de plantaciones se prolonga durante un período más corto. Mucho más importante es la fragmentación accidental de las plantas debida, por ejemplo, al paso del arado. Fragmentos de la estructura subterránea que contienen parte del rizoma o del cuello de la raíz son capaces de regenerar en poco tiempo un nuevo individuo, produciendo tallos aéreos y raíces caulogénicas (PINO y col., 1995).

En este artículo se presentan diversas experiencias realizadas en comunidades herbáceas perennes, cuyos resultados pueden ser de utilidad para el control de *R. obtusifolius* en sistemas ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La biología y la dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* ha sido objeto de estudio entre 1991 y 1995 mediante diversas aproximaciones, entre las que destacan (i) el seguimiento y modelización de las poblaciones bajo distintas condiciones de cultivo y (ii) el estudio experimental de la incidencia de la multiplicación vegetativa en el establecimiento de nuevos individuos.

EFECTO DE LA ROTACIÓN DE LOS CULTIVOS SOBRE LA DINÁMICA DE LAS POBLACIONES

La dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* se estudió durante dos años en los regadíos de la comarca de l'Urgell (Lleida, NE península Ibérica), tomando como referencia una rotación de cultivos alfalfa-cereal de invierno. Se consideraron dos períodos de cultivo distintos, el de alfalfa y el de cereal de invierno, que se estudiaron en fincas colindantes gestionadas de manera convencional. Los respectivos diseños experimentales y los protocolos de obtención de datos demográficos se recogen de forma detallada en Pino y col. (1998). Los datos obtenidos se utiliza-

ron en la elaboración de matrices de 1 año de intervalo de proyección, que consideran 6 fases del ciclo vital: banco de semillas, plántulas, y 4 clases adultas diferenciadas por el tamaño de los individuos.

Las matrices obtenidas para cada período de cultivo se integraron en un modelo que describe la dinámica de poblaciones de la mala hierba en una rotación de cultivos completa. Su expresión matricial (X) es

$$X = A^n \cdot B^{m+1}$$

Donde A y B corresponden, respectivamente, a las matrices para el período de cultivo de alfalfa y del cereal, y n y m corresponden a la duración en años de cada tipo de cultivo. Por similitud de tratamientos se incluyó el año de siembra de la alfalfa en el período de cultivo de cereal. El modelo se calculó para n = 3, 5, 7 y 9 años y para m = 0, 1 y 3 años. Para cada combinación se proyecto un vector de población arbitrario (banco de semillas = 20 m^{-2} y primera clase adulta = 0 m^{-2}; el resto de clases adultas = 0,33 m^{-2}) utilizando el programa MATLAB. En cada caso, la tasa intrínseca de incremento de la población (λ') se obtuvo a partir de la fórmula general

$$\lambda' = \lambda^{1/(m+n+1)}$$

donde λ es la tasa intrínseca de incremento de la población (el primer valor propio) de la matriz de rotación X.

LA CAPACIDAD DE REGENERACIÓN VEGETATIVA

Para completar el conocimiento de la dinámica de las poblaciones de la especie, basada principalmente en la reproducción por semillas (CAVERS y HARPER, 1964; PINO y col., 1977b), se llevaron a cabo diversas experiencias, encaminadas a evaluar la capacidad de instalación de nuevos individuos por medios vegetativos en relación con factores intrínsecos y ambientales.

EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO Y DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL SUELO SOBRE LA CAPACIDAD DE REBROTE

Se estudió el efecto de la profundidad de enterramiento y de la disponibilidad hídrica del suelo sobre la capacidad de rebrote de los fragmentos de individuos procedentes de prados mesófilos del sur del País de Gales (Reino Unido). Se recolectaron 50 individuos de los cuales se obtuvieron fragmentos de rizoma de 4 - 5 cm de longitud y de 1.5 - 2 cm de diámetro que contenían ramificaciones jóvenes y viejas. El experimento se limitó a las partes situadas por encima del cuello de la raíz debido a que son las que tienen capacidad de rebrote.

El experimento tomó en consideración dos factores con interacción y 10 réplicas. Para el primer factor, la profundidad de enterramiento, se consideró tres niveles (0, 7.5 y 15 cm). La disponibilidad hídrica del suelo se concretó también en tres niveles: en el primero se mantuvo el nivel de agua superficial, en el segundo se regó periódicamente con 500 ml (capacidad de campo) y en el tercero se mantuvo la capacidad de campo durante los cuatro primeros días (sequía). La

experimentación se llevó a cabo en contenedores de 18 cm de profundidad con sustrato limoso y pH de 6.5. Los contenedores se ubicaron en un invernadero a 18 °C con luz natural. Se contabilizó cada 4 días el número de fragmentos rebrotados y al final de la experiencia se contabilizó el número de tallos aéreos y de hojas.

EFECTO DEL CONTENIDO HÍDRICO DE LA ESTRUCTURA SUBTERRÁNEA SOBRE LA CAPACIDAD DE REBROTE

Se recolectaron 20 individuos adultos de tamaño medio en cultivos de alfalfa. Se eliminó la parte aérea y se extrajo la tierra de la estructura subterránea para poder pesarla. Los órganos subterráneos de 4 individuos, escogidos al azar se desecaron a 80 °C durante 96 horas y después se pesaron con objeto de conocer su contenido de agua al inicio de la experiencia (t_o). El resto de los individuos se dejó secar al sol durante una semana. Periódicamente se seleccionaron, al azar, 4 individuos y se pesaron de nuevo. El contenido de agua (*WC*), en porcentaje, de las plantas seleccionadas en cada muestreo (t_i) se ha calculado mediante la expresión

$$WC\ t_i = \frac{Peso\ total\ t_i\ /\ Peso\ total\ t_o - Peso\ seco\ /\ Peso\ total\ t_o}{Peso\ total\ t_i\ /\ Peso\ total\ t_o}$$

La relación entre el peso total en t_i y en t_o corresponde al valor medio de las cuatro plantas seleccionadas en cada muestreo. El cociente entre el peso seco y el peso inicial es el valor medio obtenido de los cuatro individuos secados a la estufa al inicio de la experiencia.

Una vez calculado el porcentaje de agua, las plantas escogidas en cada intervalo de muestreo *i* se utilizaron para la obtención de 28 fragmentos de 4 - 5 cm de longitud y 3 cm de diámetro que contenían ramificaciones jóvenes y viejas del rizoma. Los fragmentos se dispusieron superficialmente en contenedores y se regaron frecuentemente con objeto de mantener el substrato a capacidad de campo. A los 30 días se contabilizó el número de fragmentos rebrotados y el número de tallos aéreos y hojas por fragmento.

RESULTADOS

Efecto de la rotación sobre la dinámica de poblaciones

La dinámica de poblaciones durante el período de la alfalfa se caracterizó por un notable incremento de las poblaciones, a pesar de la elevada mortalidad pre reproductiva (menos del 0,2% del banco de semillas alcanza la fase adulta). Ello fue debido principalmente a la escasa mortalidad de los adultos (inferior al 5% anual) y a su elevada producción de semillas. La totalidad de nuevos individuos se originaron a partir de semillas. En cambio, los efectivos se redujeron drásticamente durante el período de cultivo de cereal. Los sucesivos laboreos causaron la completa desaparición de las plántulas y de los adultos de la primera clase, aunque el resto de la población adulta sólo se redujo en un 35% anual (Figura 1).

Período de alfalfa

	SB	SI	Ad1	Ad2	Ad3	Ad4
SB	0.0882		4.4915	17.1280	59.0740	65.6880
SI	0.0240	0.3335	0.3932	0.7633	7.1282	7.1470
Ad1	0.0014	0.0352	0.4842			
Ad2			0.4370	0.5974		
Ad3			0.0329	0.3505	0.7975	
Ad4				0.0335	0.1937	1.0000

Período de cereal

	SB	SI	Ad1	Ad2	Ad3	Ad4
SB	0.3160					
SI						
Ad1			0.0200			
Ad2				0.6650		
Ad3					0.6650	
Ad4						0.6650

Figura 1. *Matrices de transición que describen los cambios de efectivos de* Rumex obtusifolius *desde la generación actual (columnas) a la siguiente (filas), calculadas para el período de alfalfa y de cereal. Se indican los valores diferentes de cero. SB, banco de semillas, S1, plántulas, Ad1, Ad2, Ad3, Ad4, adultos de la clase 1, 2, 3 y 4 respectivamente (véase texto)*

Según el modelo, la alternancia de cultivos en una rotación alfalfa-cereal determina un patrón en dientes de sierra para la evolución de los efectivos de la mala hierba, en todos los casos considerados (Figura 2). Pese a ello, la trayectoria de la población a largo plazo varía notablemente en función de la duración relativa de los cultivos. Las poblaciones de la mala hierba disminuyen claramente para los períodos de alfalfa de tres años, sea cual sea la duración de los períodos intercalares de cereal e incluso cuando éstos no se dan ($\lambda' < 1$). En cambio, la dinámica de las poblaciones para períodos de alfalfa más largos depende de los años que se intercala cereal entre dos plantaciones. Para períodos de alfalfa de 5, 7 y 9 años las poblaciones aumentan cuando los períodos de cereal son inferiores a 1, 2 y 3 años respectivamente (Figura 3).

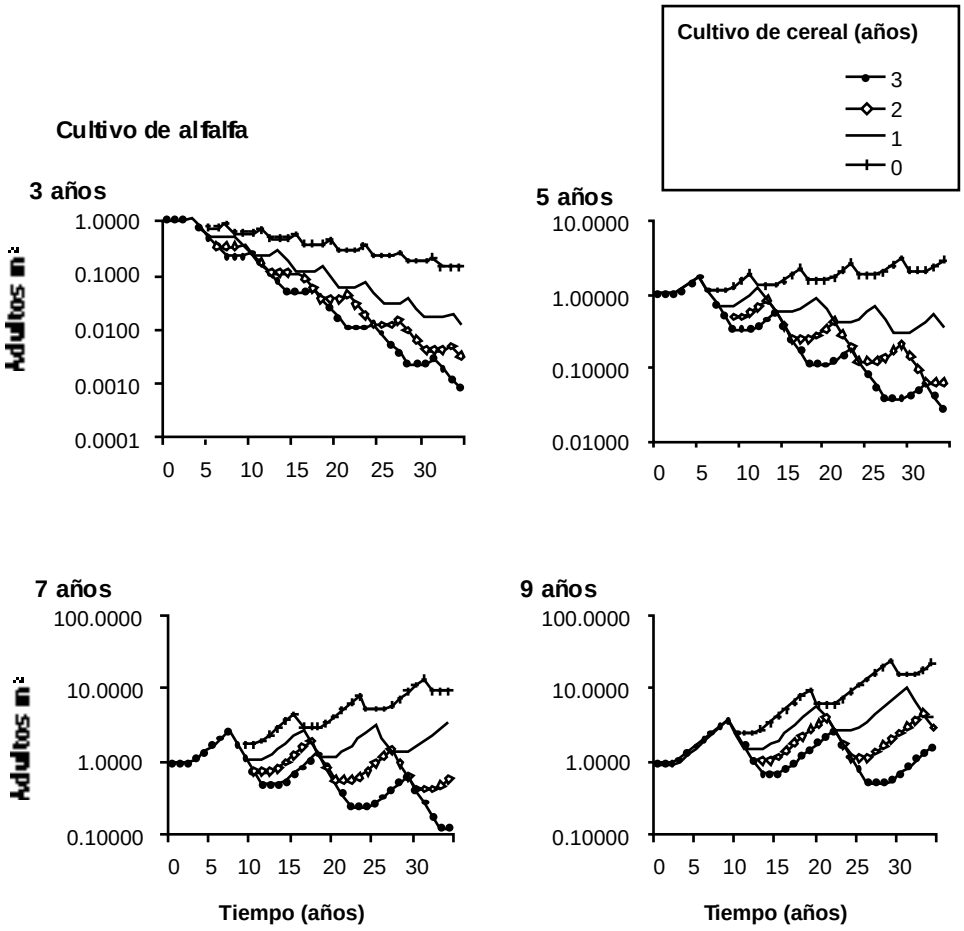


Figura 2. *Tendencias de la proyección de una población de* Rumex obtusifolius *en una rotación alfalfa-cereal de invierno, para 3, 5, 7 y 9 años de duración de del cultivo de la alfalfa y 0, 1, 2 y 3 años de cultivo intercalar de cereal*

Efecto de la profundidad de enterramiento y de la disponibilidad hídrica en el suelo

De manera general, la tasa de rebrote disminuye al aumentar la profundidad de enterramiento y el contenido de agua del suelo (Figura 4). Todos los fragmentos plantados en superficie y sometidos a sequía o capacidad de campo producen tallos aéreos, mientras que sólo el 70% de los sometidos a encharcamiento consiguen rebrotar. También rebrotan la totalidad de los fragmentos plantados a 7.5 cm de profundidad en los tratamientos de sequía y de capacidad de campo, mientras que la tasa de rebrote de los plantados a 15 cm es más baja. A 15 cm de profundidad, el porcentaje de rebrote de los fragmentos sometidos a capacidad de campo es del 10%, muy inferior a la de los fragmentos sometidos a sequía (50%). Los fragmentos sometidos a encharcamiento no llegan a producir tallos aéreos o raíces a 7.5 cm ni a 15 cm de profundidad.

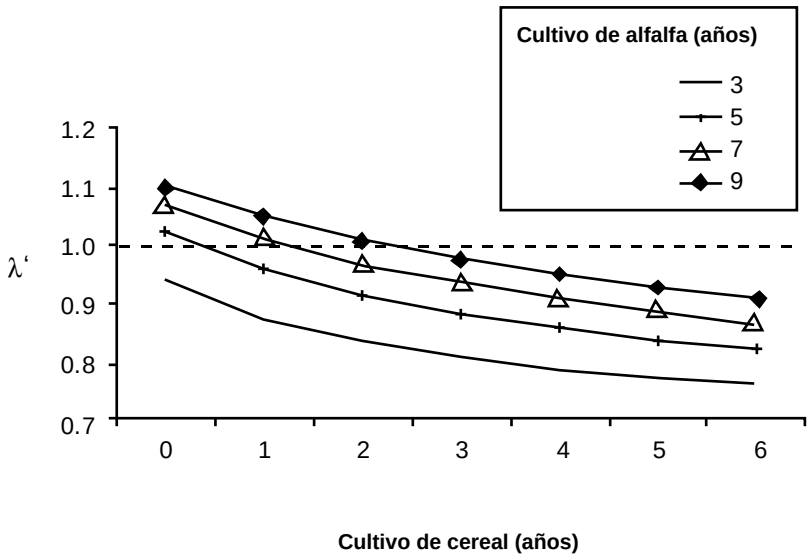


Figura 3. *Tasa intrínseca anual de incremento de la población de* Rumex obtusifolius *(λ') para diferentes períodos de cultivo de la alfalfa y del cereal*

La aparición de tallos en la superficie del suelo se retarda si aumenta la profundidad de enterramiento (Figura 4). Además, este retraso es más importante al aumentar el contenido de agua en cada una de las profundidades. Los fragmentos sometidos a sequía muestran una respuesta más rápida que los mantenidos a capacidad de campo. Las diferencias entre ambos tratamientos son más acusados a medida que aumenta la profundidad de enterramiento.

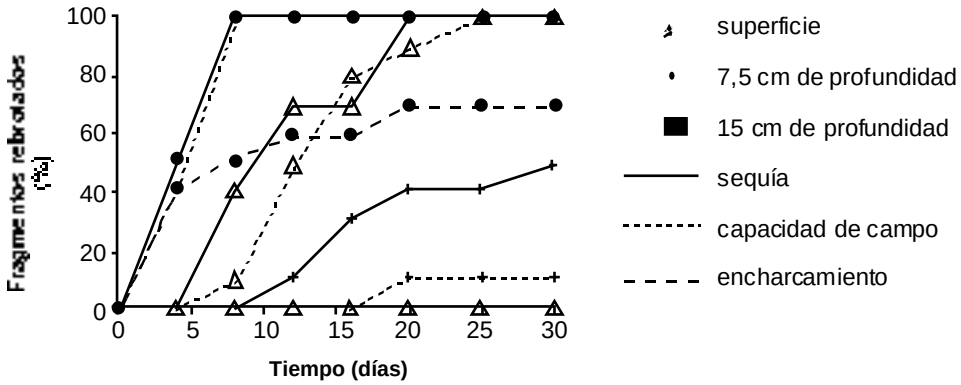


Figura 4. *Regeneración de fragmentos de rizoma y cuello de la raíz de* Rumex obtusifolius *dispuestos a diferentes profundidades y bajo regímenes hídricos contrastados*

Efecto del contenido de agua de la estructura subterránea

El rebrote de los fragmentos resulta poco afectado por su contenido de agua (Figura 5). La tasa de rebrote de las estructuras desecadas al sol durante 5 días, con un contenido de agua del 40%, es todavía del 100%. La producción de tallos aéreos y de raíces se reduce notablemente en los fragmentos procedentes de rizomas desecados durante 8 días, que tienen un contenido de agua inferior al 30%.

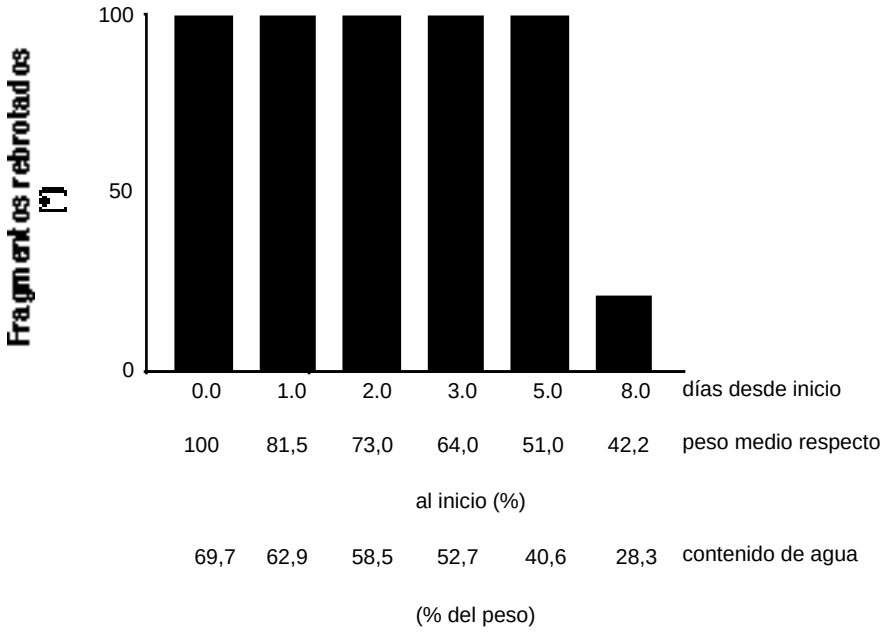


Figura 5. *Porcentaje de regeneración de fragmentos con rizoma y cuello de la raíz de* Rumex obtusifolius *sometidos a diferentes períodos de desecación. Se indica también el porcentaje de peso respecto al inicio y el contenido de agua, correspondiente a los valores medios de diversos individuos*

El número de tallos y hojas difieren significativamente entre tratamientos (Tabla I). El número de tallos es significativamente más elevado en los fragmentos desecados durante 5 días, en los cuales las yemas apicales jóvenes están muertas y el rebrote se produce a partir de yemas axilares o durmientes.

En los fragmentos desecados durante menos días, las yemas apicales de las partes jóvenes del rizoma son todavía activas y, en general, son las únicas capaces de rebrotar. El número de tallos de estos fragmentos es, por esta razón, significativamente inferior. El número de hojas sigue en líneas generales la misma tendencia. El número de tallos y hojas de los fragmentos desecados durante 8 días son significativamente más bajos, debido en parte a que su tasa de rebrote es muy baja.

Tabla I. Número de tallos aéreos y hojas de los órganos rebrotados, después de 30 días, a partir de fragmentos con rizoma y cuello de la raíz *de Rumex obtusifolius* sometidos a diferentes períodos de desecación

Días de desecación	Núm. tallos aéreos	Núm. hojas
	F = 16.29	*F = 21.87*
0	3.95 ± 2.74 *a*	8.25 ± 6.14 *ab*
1	3.25 ± 2.07 *abc*	7.60 ± 4.23 *ab*
2	2.70 ± 2.00 *ab*	6.00 ± 3.66 *a*
3	2.35 ± 1.60 *b*	5.15 ± 2.87 *a*
5	4.35 ± 2.60 *c*	10.20 ± 5.79 *b*
8	0.08 ± 1.61 *d*	1.95 ± 3.94 *c*

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Efecto de la rotación sobre la dinámica de poblaciones

La dinámica de poblaciones de *R. obtusifolius* en una rotación alfalfa-cereal de invierno se caracteriza por una alternancia de períodos favorables, coincidentes con el cultivo de alfalfa, y desfavorables, correspondientes al cultivo de cereal. Durante el cultivo de alfalfa, la ausencia de laboreos permite un aumento constante de las poblaciones, con una tasa anual de incremento del 20,5% ($\lambda' = 1{,}205$). La escasa incorporación de nuevos individuos al contingente de adultos es suficiente para conseguir este aumento, ya que la mortalidad entre éstos últimos es mínima. Por otro lado, la elevada longevidad de los adultos (superior a los 5 años) y su estrategia iterópara, que determina varios episodios reproductivos por año, aseguran un aporte continuo de semillas.

Los laboreos durante el cultivo de cereal conllevan una disminución de las poblaciones, especialmente importante en el caso de las plántulas y de los adultos de menor tamaño. El resto de adultos, caracterizados por el desarrollo de un rizoma ramificado, sufren tasas de mortalidad muy inferiores. Ello es debido probablemente a la capacidad de regeneración de dicho rizoma (Pino et *al*., 1995), que permite que los individuos desarraigados y fragmentados por el laboreo vuelvan a enraizar en una elevada proporción. En consecuencia, los sucesivos laboreos del período de cultivo del cereal en muchos casos no consiguen eliminar totalmente las poblaciones de la mala hierba y, por ello, la infestación de las nuevas plantaciones de alfalfa puede empezar con una población residual, heredada de antiguas plantaciones.

Este estudio constata que el control a largo plazo de las poblaciones de *R. obtusifolius* en la rotación de cultivos estudiada pasa por un compromiso entre la duración del cultivo de alfalfa y del de cereal. El monocultivo de alfalfa durante un período de hasta tres años mantiene estables las poblaciones de *R. obtusifolius* y la rotación de la alfalfa con el cereal conlleva una disminución de las poblaciones, que es más acusada al aumentar los años de cultivo de cereal. Las pérdidas económicas que comporta la presencia de individuos *de R. obtusifolius* podrían minimizarse mediante la aplicación simultánea de otras medidas de control, como es el ajuste del calendario de siega (Pino et *al*., 1993, 1998), que además podrían permitir una reducción de los períodos de cereal sin perjudicar el control de las poblaciones de la mala hierba. El estudio constata que cuanto más tiempo se cultiva la alfalfa más largo tiene que ser el período de cereal que se intercala entre dos plantaciones.

Efecto del contenido de agua de la estructura subterránea, de la profundidad de enterramiento y de la disponibilidad hídrica en el suelo

La profundidad de enterramiento se ha encontrado que afecta a la capacidad de regeneración en diversas especies arvenses (SWANTON y CAVERS, 1988; TAHRI y col., 1988), pero no en otras (RAJU y col., 1964; MANN y CAVERS, 1979). La capacidad de regeneración de los fragmentos de *R. obtusifolius* se mantiene muy elevada hasta que el contenido hídrico de la planta se reduce a la mitad de lo normal. Por ello, la desecación de los individuos o fragmentos desarraigados por el paso del arado no parece tener un efecto importante sobre su capacidad de rebrotar y ello explica las elevadas tasas de supervivencia de los adultos después del laboreo. Los experimentos llevados a cabo con plantas de prados mesófilos sugieren que el enterramiento y el exceso de agua dificultan la regeneración de los fragmentos producidos por el arado, ya que la proporción de fragmentos rebrotados y el vigor de los rebrotes disminuyen al aumentar la profundidad de enterramiento y el contenido hídrico del suelo.

Estos resultados comportan importantes implicaciones agronómicas para el control ecológico de la romaza en los pastizales. Así por ejemplo, segar las plantas por debajo de las yemas caulinares, mediante laboreo superficial o rotovator, podría evitar el rebrote de la raíz principal. Las porciones de tallo cortadas dejarían de intervenir en el proceso reproductivo mediante su enterramiento al menos a 15 cm de profundidad, pero preferentemente a 30 cm. Sin embargo, la profundidad crítica para la regeneración de los fragmentos podría reducirse a 15 cm en las regiones húmedas, donde la humedad del suelo permite un buen control de las poblaciones de *R. obtusifolius* mediante enterramiento en profundidad.

BIBLIOGRAFÍA

BASTIDA, C. (2002). Controlar las plantas no deseadas. La Fertilidad de la Tierra 7: 34-37.

CAVERS, P.B.; HARPER, J.L. (1964). Biological flora of the British Isles. *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. Joumal of Ecology 52: 737 - 766.

CAVERS, P.B.; HARPER, J.L. (1967). Studies in the dynamics of plant populations. The fate of seed and transplants introduced into various habitats. Journal of Ecology 55: 59-71.

HAGGAR, R.J. (1980). Survey on the incidence of docks (*Rumex* spp.) in grassland in 10 districts in the United Kingdom in 1972. ADAS Quaterly Review 39: 256-270.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura Ecológica. Mundi Prensa. Madrid.

MANN, H.; CAVERS, P.B. (1979). The regenerative capacity of root cuttings of *Taraxacum officinale* under natural conditions. Canadian Journal of Botany 57: 1783-1791.

MASALLES, R.M.; SANS, F.X. (1988). La végétation des vergers de la Plaine du Segre (Catalogne). II. Aperçu phytosociologique. Annales ANPP 3(2): 411-417.

OSWALD, A.; HAGGAR, R.J. (1983). The effects of *R. obtusifolius* on the seasonal yield of two mainly perennial ryegrass swards. Grass & Forage Science 38: 187-191.

PINO, J. ; SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1993). The effect of periodical shoot removal on *Rumex obtusfiolius* L. establishment in irrigated *alfalfa (Medicago sativa* L.) crops. Proc. 4th International Conference IFOAM, pp. 299-304.

PINO, J.; HAGGER, R.J.; SANS, F.X.; MASALLES, R.M.; SACKVILLE-HAMILTON, R. (1995). Clonal growth and fragment regeneration of *Rumex obtusifolius* L. Weed Research 35: 141-148.

PINO, J.; SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1997a). Regenerative strategy *of Rumex obtusifolius* L. in mediterranean forage rops: the role of seed bank and the annual seed production. Lagascalia 18: 839-846.

PINO, J.; SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1997b). *Rumex obtusfiolius* L. en cultivos de alfalfa. In: Sans, F. X. & Fernández-Quintanilla, C. (editores). Biología de las malas hierbas de España. Phytoma - SEMh. Valencia, pp. 103-117.

PINO, J.; SANS, F.X.; MASALLES, R.M. (1998). Population dynamics *of Rumex obtusifolius* under contrasting lucerne cropping system. Weed Research 38: 25-33.

RAJU, M.V.S.; STEEVES, T.A.; COUPLAND, R.T. (1964). On the regeneration of root fragments of leafy spurge (*Euphorbia esula* L.). Weed Research 4: 2-11.

ROBERTS, E.H.; TOTTERDELL, S. (1981). Seed dormancy in *Rumex* species in response to environmental factors. Plant, Cell and Environment 4: 97-106.

SANS, F.X. (1999). Los conocimientos biológicos como una herramienta para la gestión de las poblaciones de malas hierbas. Boletín de la Sociedad Española de Malherbología 29: 8-12.

SWANTON, C.J.; CAVERS, P.B. (1988). Regenerative capacity of rhizomes and tubers from two populations of *Helianthus tuberosus* L. (Jerusalem artichoke). Weed Research 28: 339-345.

TAHRI, M.; BOULET, C. (1988). Contribution a l'étude de la regeneration vegetative de *Solanum elaegnifolium* Cav., adventice du Tadla (Maroc). VIIIème Colloque International sur la Biologie, l'Ecologie et la Systematique des Mauvaises Herbes 1: 153-161.

Escarda mecánica en faba granja asturiana

RAFAEL PELÁEZ VALLE[1], LEONARDO FERNÁNDEZ GARCÍA[2]

[1] Centro Intercooperativo del Campo de Asturias S. Coop. 2º grado. Polígono Industrial de Almuña, 11, 33700-VALDES-ASTURIAS.
[2] Asesoramiento Agrario Asturiano S.L.. Polígono Industrial de Almuña, 11, 33700-VALDES-ASTURIAS.

RESUMEN

La Faba (*Phaseolus vulgaris* L. de crecimiento indeterminado) se viene cultivando en Asturias desde hace siglos. El mayor problema con el que se encuentran los agricultores es la gran incidencia de malas hierbas en las primeras fases del cultivo, que tradicionalmente eran controladas mediante escarda manual. La mayor dedicación al cultivo propició la utilización masiva de herbicidas como método de control, desechando la posibilidad de una escarda mecánica actualizada a los medios de tracción y a la disponibilidad de mano de obra. Se plantea evaluar la conveniencia o no de la escarda mecánica, frente a la aplicación de herbicidas. Ambas labores se realizan una sola vez al finalizar la colocación del tutor y ambos métodos fueron eficaces para conseguir tener el cultivo limpio de malas hierbas entre la 2ª hoja trifoliada y la aparición de los primeros botones florales. La escarda mecánica en estas circunstancias resulta también más barata y con ella se obtienen mayores producciones que la escarda química.

INTRODUCCION

La Faba (*Phaseolus vulgaris* L. de crecimiento indeterminado) se viene cultivando en Asturias desde hace siglos, estando presente en casi todas las huertas de la región, como un producto para el autoconsumo de la familia y vendiendo el excedente en los mercados locales. Sin embargo en los últimos años se hizo una labor de promoción de la Faba en varios aspectos, desde la creación de una Denominación Específica Faba Asturiana, a campañas publicitarias dentro y fuera de Asturias para promocionar la Faba Asturiana como un producto de calidad. Esta promoción se tradujo en un aumento muy importante de la Demanda.

Este aumento tan espectacular de la Demanda, en un período relativamente corto de tiempo, provocó un cambio sustancial en los sistemas de producción, intensificando los procesos para conseguir producciones mayores. Aumentó tanto el número de hectáreas dedicadas a fabas, como los rendimientos productivos de las mismas, y consecuentemente la preocupación de los pro-

ductores por conseguir buenas cosechas, ya que suponen un porcentaje alto de la renta familiar encontrando ya algunos productores con dedicación exclusiva.

Todos estos cambios plantearon nuevos problemas, y la formación de nuestros agricultores, acostumbrados a sistemas tradicionales tanto en manejo como en lucha contra plagas y enfermedades, no sirve para solucionar estos nuevos problemas. Esta falta de formación en muchos aspectos agronómicos, lleva demasiadas veces a sustituir sistemas de manejo tradicional por técnicas propias de la agricultura moderna sin que sus ventajas estén suficientemente contrastadas. Esta combinación entre lo tradicional y lo moderno no siempre se lleva a cabo de la forma más adecuada.

Según multitud de publicaciones y la propia experiencia de los autores, el mayor problema con el que se encuentran los agricultores en el cultivo de la Faba, es la gran incidencia de malas hierbas, que provocan pérdidas de cosecha muy importantes.

La tendencia actual a aumentar la distancia entre líneas puede agravar el problema, en el caso de los autores se recomiendan separaciones mínimas entre líneas de 140 cm. para una densidad de 45.000 plantas/ha, lo que significa una cobertura de un 43% por el cultivo (suponiendo un desarrollo lateral del cultivo de 60 cm por cada línea) y un 57% de calles.

Las malas hierbas más abundantes son: *Chenopodium album* L. (cenizo, arbolanzo)., *Stellaria media* L.(hierba pajarera, meruxa), *Amaranthus retroflexus* L.(amaranto, bledo), *Echinocloa crus-galli* L.(pata de gallina, millaca), y en algunas zonas costeras *Cyperus rotundus* L.(juncia, carola).

MATERIAL Y METODOS

Se plantea evaluar la conveniencia o no de la escarda mecánica, como práctica tradicional, frente a la aplicación de herbicidas, como técnica moderna. La comparación se lleva a cabo en parcelas de cultivo de distintos productores en la zona occidental de Asturias, entre el año 1997 y el año 2000. Las prácticas eran realizadas por los propios agricultores, en las fincas habituales de cultivo, utilizando una parte de la finca para un tratamiento y el resto para el otro.

El objetivo era tener el cultivo limpio de malas hierbas entre la 2ª hoja trifoliada y la aparición de los primeros botones florales. Existen informaciones diversas en cuanto al período crítico de competencia: Morales (1983) establece como período crítico desde 32 a 50 días después de la emergencia; Knott (1984) y Hebblethwaite y col. (1985). de dos a seis semanas después de la emergencia (con lo que coincide prácticamente el planteamiento de los autores).

Los herbicidas de pre-emergencia fueron descartados antes de esta evaluación por las dificultades de una dosificación correcta; teniendo en cuenta los altos contenidos en materia orgánica de nuestros suelos y la heterogeneidad de las parcelas (valores de materia orgánica entre 2,89 y 9,13%), el margen entre la dosis mínima eficaz y dosis fitotóxica se estrecha peligrosamente.

Los métodos que se evaluaron fueron los siguientes:

1.- Aplicación de herbicidas selectivos de post-emergencia a toda la superficie (fomesafen + cicloxidim)
2.- Laboreo superficial (bina) entre líneas.

Ambos métodos fueron eficaces para conseguir tener el cultivo limpio de malas hierbas entre la 2ª hoja trifoliada y la aparición de los primeros botones florales.

Ambas labores se realizan una sola vez al finalizar la colocación del tutor, durante la cuarta semana después de la siembra.

Se valoran los equipamientos necesarios y los tiempos de utilización según el método de control así como la producción final obtenida.

EVALUACION

Los equipamientos necesarios para ambos tratamientos son muy similares, ya que en ambos casos necesitamos un tractor que pase entre las líneas, bien con un cultivador bien con un pulverizador dotado de boquillas enfocadas al suelo.

En cuanto a los tiempos y costes de tratamiento, los tiempos de tratamiento son prácticamente iguales, siendo la principal diferencia el coste del herbicida.

Los resultados productivos medios de los dos tratamientos son:

	Vainas/ m. lineal	**Nº granos /vaina**	**Gr Grano /m lineal**	**Kg semilla / ha**	**P. en gr/ 100 semill**	**m. de línea/ha**
Herbicida	116,8	2,39	313	2.240	112	7.140
Laboreo	128,0	2,44	347	2.480	111	7.140

CONCLUSIONES

Dado que las necesidades de equipamiento, los tiempos de aplicación y la eficacia para tener el cultivo limpio en el período de tiempo establecido son prácticamente iguales en ambos tratamientos, podemos considerar como única diferencia el distinto coste de aplicación de uno y otro. Según esos costes es más recomendable la escarda mecánica que la química ya que nos ahorramos el coste del herbicida.

Además hemos encontrado diferente respuesta productiva a favor de la escarda mecánica, debido al mayor del número de vainas por metro lineal de cultivo que presentaban estas últimas, a pesar de que el objetivo perseguido, tener el cultivo limpio de malas hierbas entre la 2ª hoja trifoliada y la aparición de los primeros botones florales, se consiguió en ambos casos.

Estas diferentes respuestas productivas a los dos tratamientos probablemente obedezcan al beneficio que supone para el cultivo una labor superficial. Sobre todo teniendo en cuenta por una parte que para colocar el tutor es necesario el tránsito tanto de personas como máquinas por los pasillos produciendo un compactado superficial del suelo y por otra parte que la Faba es una leguminosa, parece lógico que rompiendo esa suela superficial y facilitando la incorporación de aire al suelo haya una respuesta positiva en cuanto a producción.

Si bien no esta contrastado el porqué de esa diferente respuesta productiva según el tipo de escarda, sí está claro que la escarda mecánica de Faba tipo Granja Asturiana en estas circunstancias resulta más barata y con ella se obtienen mayores producciones.

BIBLIOGRAFÍA

FUEYO, M.A. (1991), Guía práctica para el cultivo de la faba-granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L:). Boletín técnico 1/91. Consejería de Medio Rural y Pesca. Principado de Asturias.

FUEYO, M.A., BRAÑA, M., MENENDEZ F. (1990).Control de malas hierbas en el cultivo de faba granja asturiana (*Phaseolus vulgaris*, L.) asociada con maíz (*Zea mays*, L.). Boletín Técnico 1/90. Consejería de Medio Rural y Pesca. Principado de Asturias.

HEBBLETHWAITE, P., HAWTIN, G. (1985). The hunsbandry of establishment and maintenance. The faba bean (*Vicia faba* L.). P.S. Hebblethwaite ed. Butterworths: London.

KNOTT, C. (1984). Herbicides for peas and the pea crop. M.C. Heath, T.C.K. Dawkins eds. 13 utterworths: London.

MORALES, R. (1983). Determinación del período crítico de competencia entre el frijol común y las malezas. Mº de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, Dirección General de Técnicas Agropecuarias. SIT-1: Managua, pp. 63-64.

PELÁEZ, R., FERNÁNDEZ, L., ALONSO, F. (2001) Buenas prácticas agrarias. Una aproximación a la producción integrada. Edición propia.

Estudio de la eficiencia en el uso del agua de diferentes acolchados mediante contenedores

M. COLOMBÀS*, P. MIRALLES*, M. ADROVER**, A. SÁNCHEZ-FORSS**, J. VADELL**

* Finca Experimental «Sa Canova», Caixa d'Estalvis «SA NOSTRA», 07420 Sa Pobla.
** Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. 07071 Palma de Mallorca.

RESUMEN

Se presenta la metodología y los resultados obtenidos de un ensayo con contenedores destinado a cuantificar la eficiencia en el uso del agua de riego de dos acolchados (lámina de plástico negro y paja) respecto al suelo desnudo.

Para cada tipo de acolchado se han establecido tres dosis de riego: a demanda (100%), 70% y 40%. Para cada tipo de acolchado y dosis de riego se ha dispuesto de cuatro contenedores con planta y cuatro sin cultivo, con el objetivo de diferenciar entre el agua transpirada por la planta y la evaporada directamente por el suelo.

El consumo de agua se ha cuantificado mediante pesadas, estableciendo las dosis de riego en función de los consumos registrados en el tratamiento de riego a demanda (hasta alcanzar la capacidad de campo).

El acolchado de paja aplicado (1 kg/m^2) ha reducido las pérdidas por evaporación directa del suelo un 64% y el plástico casi un 90%.

En los contenedores con cultivo, la reducción de la dosis de riego ha supuesto una disminución del agua evapotranspirada, especialmente notoria en el suelo desnudo. En los acolchados de paja y de plástico esta disminución ha sido menos manifiesta.

En los contenedores sin cultivo, en el suelo desnudo se ha producido una disminución del agua evaporada paralela a la restricción del riego. En cambio, en los acolchados de paja y plástico se han mantenido los mismos niveles de evaporación en las tres dosis de riego.

En las condiciones en que se ha desarrollado la experiencia (alta radiación y temperatura) el acolchado de paja ha dado los mejores resultados de producción vegetal, mientras que el plástico ha sido el acolchado que ha permitido un mayor aprovechamiento del agua. Las altas temperaturas que se alcanzan bajo el plástico han sido una limitación para el crecimiento de las plantas.

INTRODUCCIÓN

El clima mediterráneo se caracteriza por la coincidencia de altas temperaturas y precipitaciones escasas en los meses de verano. Esto implica la necesidad de dosis de riego elevadas para mantener la humedad de suelo óptima para los cultivos hortícolas.

En los ambientes donde los recursos hídricos son limitados, optimizar el uso del agua es una exigencia básica de sostenibilidad. En estas condiciones es importante mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego incrementando la proporción de agua transpirada a través de las plantas (OWEIS y col., 2000).

La evaporación directa del suelo puede llegar a ser importante en regiones como el Mediterráneo hasta el punto de superar la transpiración de los cultivos (GREGORY y col., 2000). La reducción de las pérdidas por evaporación contribuye a la conservación de la humedad del suelo disponible para los cultivos (MELLOULI y col., 2000).

En agricultura de secano se usan distintas técnicas dirigidas a modificar las condiciones de la superficie del suelo formando una fina capa de aire seco que dificulta el ascenso capilar y reduce el proceso de evaporación. Los acolchados de paja, restos vegetales, compost o láminas de plástico son alternativas que mejoran el aprovechamiento del agua, siendo utilizados sobre todo en cultivos de regadío (MELLOULI y col., 2000; MOITRA y col., 1996). Además estos acolchados ayudan a controlar la aparición de vegetación espontánea.

La temperatura del suelo se ve influenciada de diferente manera según el tipo de acolchado utilizado; bajo ambientes cálidos un acolchado de paja mantiene temperaturas más bajas que un suelo desnudo (MOITRA y col., 1996; HATFIELD y col., 2001); por el contrario, un suelo cubierto con un acolchado de plástico negro alcanza temperaturas más elevadas (TINDALL y col., 1991).

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar la contribución de los acolchados de paja y de lámina de plástico sobre las pérdidas de agua, distinguiendo entre el agua transpirada por las plantas y la perdida directamente por evaporación del suelo. También se ha cuantificado el efecto de los acolchados sobre la temperatura del suelo y la producción del cultivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se han utilizado contenedores de plástico con una superficie de 900 cm^2 (30×30 cm), con la base más reducida, 15 cm de altura y con una capacidad de 10 litros.

Se ha usado una mezcla de tierra y un substrato orgánico (v:v; 3:1). La tierra es calcárea de textura francoarcillolimosa. La mezcla tiene un contenido en materia orgánica del 7,3% y una porosidad media del 65,2%.

Se han dispuesto dos tipos de acolchado (paja y plástico negro de 100 galgas) y un suelo desnudo como testigo. La paja se ha distribuido a razón de 1 kg/m^2 y se ha sujetado con una malla de 6×6 cm de luz.

Para cada tipo de acolchado se han establecido tres dosis de riego: riego a demanda (100%), aportando el agua de riego necesaria para alcanzar el nivel de capacidad de campo, riego con el 70% y riego con el 40% del agua aplicada en el primer caso. Para cada tipo de acolchado y dosis de riego se ha dispuesto de ocho contenedores: cuatro con planta y cuatro sin cultivo, con el objetivo de diferenciar el agua perdida directamente por evaporación del suelo de la perdida a través de la transpiración de las plantas.

La especie elegida para este ensayo ha sido lechuga romana (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). El cultivo se ha plantado día 11 de junio y se ha recolectado día 23 de julio de 2002. La densidad de siembra ha sido de una planta por contenedor. Las condiciones ambientales en este período se recogen en la Tabla I.

Tabla I. Condiciones ambientales de temperatura máxima (Tª máx.), temperatura mínima (Tª mín), evapotranspiración (ETP) e irradiación durante el ensayo. Valores medios ± error estándar

Periodo	Tª máx (ºC)	Tª mín (ºC)	ETP (mm/d)	Irradiación (MJ/m² y día)
17/06-23/06	34,0±0,2	17,2±0,3	6,4±0,1	28,8±0,4
24/06-30/06	30,3±0,9	19,1±0,4	5,8±0,4	25,5±1,7
1/07-7/07	28,4±0,4	18,0±0,2	5,3±0,3	25,2±1,5
8/07-14/07	29,5±1,3	18,7±0,7	4,8±0,6	31,1±5,1
15/07-21/07	29,8±1,1	17,6±0,4	5,5±0,5	25,2±2,4
22/07-23/07	32,6±0,7	20,6±0,3	4,8±0,4	22,5±1,9

Antes de la plantación se han regado todos los contenedores hasta capacidad de campo, manteniendo el riego a demanda durante la primera semana de cultivo con el objetivo de asegurar un buen enraizado de las plantas. Una semana después del transplante se han iniciado los tratamientos con las distintas dosis de riego.

El riego completo (capacidad de campo) se ha aplicado en función de la diferencia de peso entre riegos cada dos días. Para garantizar alcanzar el nivel de capacidad de campo se ha regado con un volumen ligeramente superior al requerido. A continuación se ha realizado una segunda pesada para determinar la cantidad exacta de agua de riego retenida en el contenedor. Las dosis de riego al 70% y 40% se han establecido con dichos porcentajes aplicados en cada uno de los tratamientos de riego completo. Previo a la aplicación del riego, estos contenedores han sido pesados para conocer el volumen de agua perdida entre dos riegos.

Al final del cultivo se han cosechado las plantas para cuantificar la producción y la eficiencia en el uso del agua. Para cada tratamiento se ha realizado la proporción de masa seca de dos individuos secando las muestras a 60ºC.

Durante el cultivo se han ido retirando las plántulas de vegetación espontánea emergentes para evitar interferencias en la pérdida de agua.

Se ha realizado un seguimiento de la variación de la temperatura ambiental y del suelo en superficie (0-1 cm), a cinco y a doce centímetros de profundidad a lo largo de un día típico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se indican los valores medios de las temperaturas máximas y mínimas, la evapotranspiración potencial (ETP) según el método de Penman y la irradiación durante el ensayo. Como puede apreciarse, se trata de un período muy cálido con altas exigencias hídricas.

En el tratamiento de riego a demanda (100%), en los recipientes de suelo desnudo con cultivo, las necesidades de riego durante los 36 días que ha durado la experiencia han sido de 19,1 L/contenedor (equivalente a 212 mm), mientras que en los dos acolchados han sido más reducidas (Tabla II). En los contenedores con cultivo los acolchados de paja y plástico han supuesto un ahorro en agua de riego del 32 y del 72%, respectivamente, en relación con el suelo desnudo.

En los contenedores sin cultivo regados a demanda, las pérdidas por evaporación directa han sido de 14 L/contenedor, reduciéndose en los acolchados de paja y plástico, un 36 y un 89%, respectivamente.

Tabla II. Consumo total de agua a lo largo del ensayo en los contenedores con y sin planta del tratamiento de riego 100% (litros/contenedor)

Acolchado	Con cultivo	Sin cultivo
Desnudo	19,1	14,0
Paja	12,9	5,0
Plástico	5,3	1,5

En los contenedores con cultivo, si separamos la transpiración de la evaporación directa (Figura 1), se aprecia como en el suelo desnudo con riego a demanda las pérdidas por evaporación directa suponen el 73% del total de agua evapotranspirada. Esta situación se invierte en los otros tratamientos: la evaporación directa del suelo cubierto de paja es del 39% respecto al total y en el acolchado de plástico sólo supone el 28%, aprovechando la planta el 72% restante.

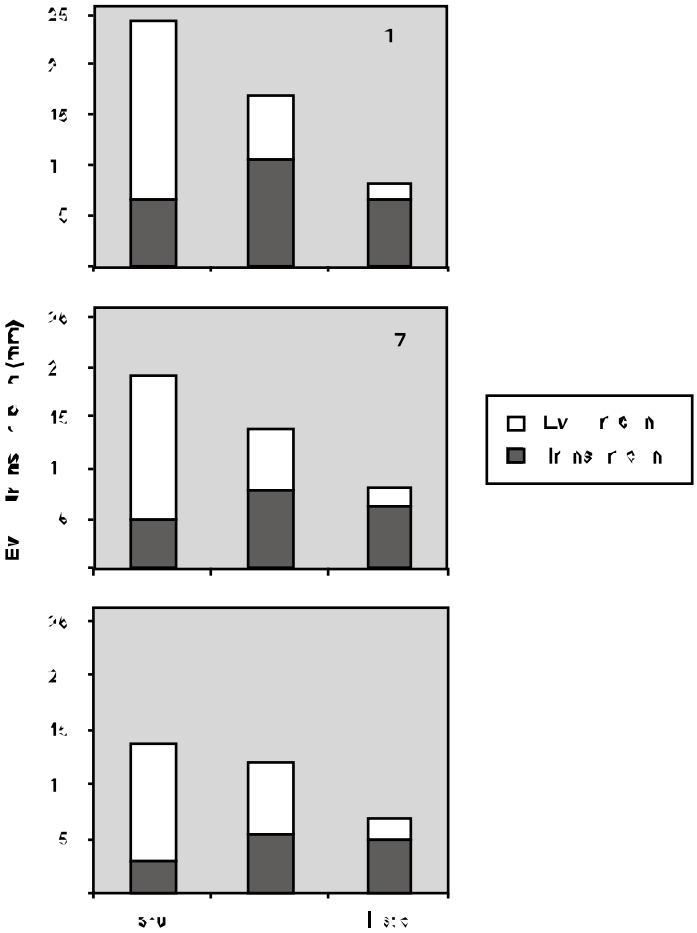


Figura 1. *Agua evapotranspirada por el cultivo en función de la dosis de riego. Se diferencia el agua evaporada directamente por el suelo de la transpirada por las plantas*

En el suelo desnudo, al reducir las dosis de riego (70 y 40%), el porcentaje de agua evapotranspirada disminuye, siendo más afectada la reducción atribuible a la transpiración. Este hecho es más evidente en los dos acolchados, donde las pérdidas de agua por evaporación se mantienen constantes al disminuir las dosis de riego. En cambio la transpiración sí se ve afectada, disminuyendo conforme se reduce el riego (Figura 1).

En la Tabla III se indican los porcentajes de agua evapotranspirada en los contenedores con cultivo y evaporada del suelo respecto a la evapotranspiración potencial (ETP) registrada durante el período que duró el ensayo (200 mm). En el cultivo sobre suelo desnudo con riego a capacidad de campo (100%) se registran los valores de evapotranspiración más elevados (121% respecto a la ETP), con una contribución mayoritaria de la evaporación directa del suelo (89% respecto a la ETP). Estos altos valores pueden estar favorecidos por el sistema de cultivo, en contenedores. En los otros tratamientos los porcentajes se sitúan por debajo de la ETP.

Tabla III. Porcentaje de agua evapotranspirada (A) y evaporada (B) respecto a la evapotranspiración potencial en contenedores con planta y sin planta respectivamente, en función de las dosis de riego

	A			B		
	100%	**70%**	**40%**	**100%**	**70%**	**40%**
Desnudo	121,5	94,9	68,2	89,0	71,4	53,5
Paja	84,4	69,0	58,3	31,8	30,6	31,3
Plástico	40,0	38,5	33,5	8,5	8,2	8,3

El desarrollo de las plantas ha sido limitado. En los tratamientos con riego reducido la disponibilidad de agua ha sido un factor limitante. El porcentaje de humedad a capacidad de campo se sitúa en torno al 52%. Entre riegos (cada 2 días), en el suelo desnudo sin cultivo ésta desciende a alrededor del 30% y con cultivo entre el 25 y el 30%. En el acolchado de paja sin cultivo el nivel inferior de humedad se ha situado en tomo al 45% y con cultivo bien desarrollado entre el 30 y el 35%. En el acolchado de plástico se han registrado porcentajes de humedad más elevados que en el acolchado de paja.

En los tratamientos con reducción de riego se ha producido un descenso progresivo del porcentaje de humedad, especialmente manifiesto en el suelo desnudo. El acolchado de lámina de plástico sin cultivo ha mantenido niveles de humedad superiores al 47% para todas las dosis de riego y en los contenedores con cultivo se ha mantenido por encima del 35%. En los acolchados de paja sin cultivo también se han mantenido porcentajes de humedad moderadamente elevados (superiores al 35%). En cambio, en los contenedores de acolchado de paja con cultivo, los niveles finales de humedad del suelo en la dosis de riego del 70% han sido de alrededor del 30% y en la dosis de riego del 40% los valores finales se sitúan entorno al 17% (similares a los del suelo desnudo con cultivo).

La temperatura es un factor determinante en los procesos edáficos y en el desarrollo vegetal. En la Figura 2 se representa la evolución diaria de las temperaturas a tres niveles de profundidad en los contenedores correspondientes al riego completo (100%). Las oscilaciones térmicas son máximas en el suelo desnudo y en el acolchado de plástico. Sobre todo en este último, las altas temperaturas que se alcanzan en las horas centrales del día pueden ser un factor limitante en el desarrollo vegetal. En contraposición al efecto del plástico, la paja desempeña una función amortiguadora de las temperaturas, especialmente importante en la época en que se ha realizado el ensayo.

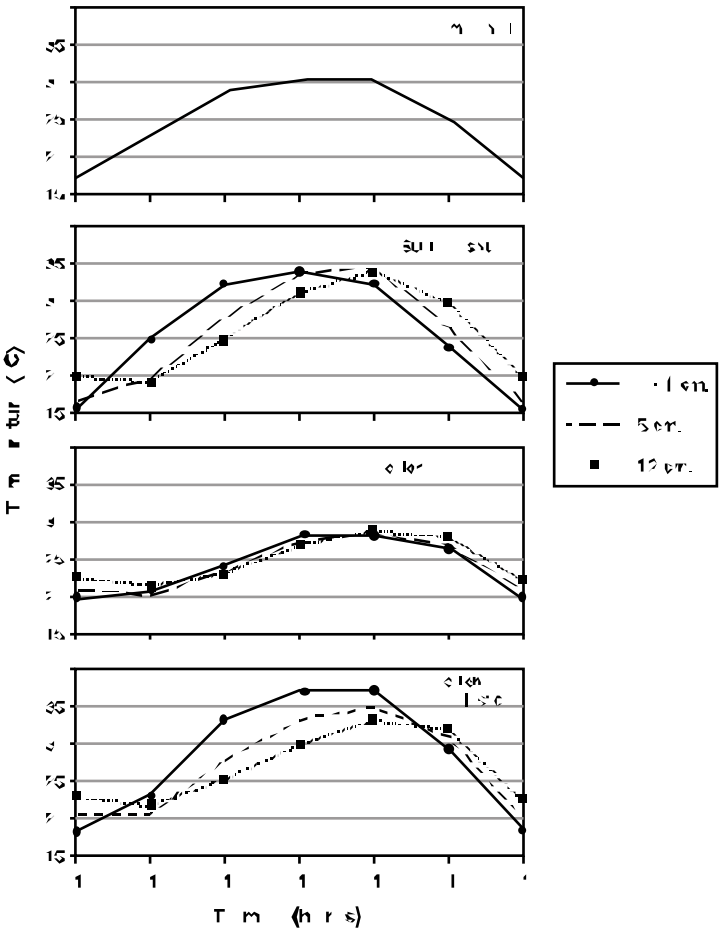


Figura 2. *Evolución diaria de la temperatura a tres profundiades*

Las producciones más elevadas (Tabla IV-A) se han registrado en el acolchado de paja con la dosis de riego del 100%, seguido del riego al 70% con el mismo acolchado. En el suelo desnudo las producciones han sido más bajas, siendo la disponibilidad hídrica y las altas temperaturas del suelo los dos factores limitantes respecto al acolchado de paja. En el acolchado de plástico, que ha mantenido en todo momento niveles elevados de humedad, la temperatura ha sido el principal factor limitante en el crecimiento de las lechugas.

El desarrollo de las plantas en las condiciones de riego completo ha sido muy limitado comparado con otros ensayos realizados en campo con planteamientos similares (ADROVER y col., 2001). Es importante resaltar que los resultados que se presentan, especialmente los referentes a la transpiración, tienen que ser valorados en función de la biomasa de estas plantas.

La eficiencia en el uso del agua (Tabla V) presenta tres niveles claramente diferenciados: valores en torno a 4 kg/m3 en el cultivo con riego completo sobre suelo desnudo, alrededor de 9 kg/m3 en el acolchado de paja y entre 12 y 13 kg/m3 en el acolchado plástico. Mientras que en

el acolchado de plástico se mantiene una eficiencia similar en las tres dosis de riego, en el acolchado de paja y sobretodo en el suelo desnudo se produce una reducción de la eficiencia bajo dosis de riego bajas. Este hecho viene motivado por la limitación que supone la falta de agua sobre el desarrollo de las plantas en estos dos casos.

El acolchado de plástico, con pérdidas mínimas de agua por evaporación directa del suelo, mantiene las eficiencias más elevadas. El acolchado de paja, con una mayor participación de la evaporación directa del suelo en el global de la evapotranspiración, presenta eficiencias más bajas. Finalmente, el cultivo sobre suelo desnudo, que ha perdido la mayor parte de agua por evaporación directa, se diferencia claramente de los anteriores con un nivel de aprovechamiento del agua de riego mucho más bajo.

En condiciones normales de crecimiento, la eficiencia de transpiración, relación entre la producción y la transpiración, es relativamente estable para cada cultivo pero la cantidad de agua usada varía considerablemente con el manejo (ANGUS y col., 2001). Los acolchados contribuyen en la reducción de la evaporación directa del suelo mejorando así la eficiencia en el uso del agua.

Tabla IV-A. Producciones de lechuga (g peso fresco/planta) en función de las dosis de riego. Valores medios ± error estándar. Valores con distinta letra son significativamente distintos al nivel de p<0,05

	100%	70%	40%
Desnudo	79,2 ± 12,3 b	50,7 ± 5,6 bc	23,3 ± 1,0 c
Paja	116,3 ± 14,9 a	94,4 ± 6,8 ab	58,1 ± 3,7 b
Plástico	67,4 ± 15,7 bc	64,5 ± 12,1 bc	49,2 ± 3,5 c

Tabla IV-B. Porcentaje de masa seca para cada tratamiento en función de las dosis de riego. Medias de dos valores

	100%	70%	40%
Desnudo	15,8	16,9	19,5
Paja	13,8	10,3	12,9
Plástico	11,9	12,7	10,8

Tabla V. Eficiencia en el uso del agua (kg lechuga/m³ agua) en función de las dosis de riego. Valores medios ± error estándar. Valores con distinta letra son significativamente distintos al nivel de p<0,05

	100%	70%	40%
Desnudo	4,1 ± 0,6 c	3,5 ± 0,4 c	2,4 ± 0,1 c
Paja	9,0 ± 1,2 b	9,4 ± 0,5 b	7,5 ± 0,5 b
Plástico	12,3 ± 2,4 a	13,2 ± 1,9 a	13,1 ± 0,6 a

CONCLUSIONES

En las condiciones en que se ha realizado el ensayo: cultivo en contenedores, en un ambiente cálido (verano) con una alta demanda hídrica, los acolchados de plástico y paja han reducido

de forma notoria el consumo hídrico, debido a la atenuación de la evaporación directa del suelo. En el acolchado de lámina de plástico el agua evaporada directamente del suelo se ha reducido casi un 90% y en el acolchado de paja alrededor de un 64% respecto al suelo desnudo.

Mientras que en el acolchado de paja se produce una amortiguación de las temperaturas, generando un ambiente más propicio para el suelo, en el acolchado de plástico se alcanzan altas temperaturas que pueden comprometer el desarrollo de las plantas.

En los dos acolchados la reducción del riego por debajo de la capacidad de campo no ha significado una disminución del nivel de evaporación del suelo, pero sí ha supuesto una reducción del agua transpirada, traduciéndose en una menor producción. No se ha mejorado la eficiencia en el uso del agua, siendo, para este caso, desaconsejable la reducción de riego por debajo de la capacidad de campo del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

ADROVER, M., P. MIRALLES, E. FARRÚS, G. LLADÓ, J. VADELL (2001). Aprovechamiento del agua de riego mediante el uso de distintos tipos de acolchado. *Actas de las V Jornadas Técnicas de la SEAE*. 205-211.

ANGUS, J.F., A.F. VAN HERWAARDEN (2001). Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat. *Agronomy Journal*, 93: 290-298.

GREGORY, P.J., L.P. SIMMONDS, C.J. PILBEAM (2000). Soil type, climatic regime, and the response of water use efficiency to crop management. *Agronomy journal*, 92: 814-820.

HATFIELD, J.L., T. J. SAUER, J.H. PRUEGER (2001). Managing soils to achieve greater water use efficiency: A review. *Agronomy Journal*, 93:271-279.

MELLOULI, H.J., B. VAN WESEMAEL, J. POESEN, R. HARTMANN (2000). Evaporation losses from bare soils as influenced by cultivation techniques in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*, 42:355-369.

MOITRA, R., D.C. GHOSH, S. SARKAR (1996). Water use pattern and productivity of rainfet yellow sarson (*Brassica rapa* L. var *glauca*) in relation to tillage and mulching. *Soil Tillage Research*, 38:153-160.

OWEIS, T., H. ZHANG, M. PALA (2000). Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a mediterranean environment. *Agronomy Journal*, 92: 231-238.

TINDALL, J.A., R.B. BEVERLY, D.E. RADCLIFFE (1991). Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. *Agronomy journal*, 83:1.028-1.034.

Calidad del agua, indicadores de sostenibilidad y agricultura de regadío

X. NEIRA, T. CUESTA, J. DAFONTE, J. CANCELA[1]

[1] Escola Politécnica Superior de Lugo - Univ. Santiago de Compostela. Lugo

RESUMEN

El manejo del agua en agroecosistemas irrigados constituye un tema pendiente de abordar en profundidad desde el campo de la Agricultura Ecológica (AE).

El agua constituye, sobre todo en climas mediterráneos, el principal factor limitante para la producción agrícola.

Pero el agua de riego posee, de una manera creciente, una deficiente calidad –manifestada en problemas como salinidad, presencia de patógenos, metales pesados, etc.–, que es variable según las zonas, pero que en muchos casos ponen en cuestión su uso para la irrigación, y mucho menos su uso en AE.

El manejo del agua en los agroecosistemas irrigados puede afrontarse contemplando diversas escalas; si nos ocupamos del agua específicamente, es posible definir unos índices de sostenibilidad para su manejo y gestión que pueden ayudar en la preservación del recurso, pero ello se complica si no tratamos el sistema globalmente considerando la cuenca hidrográfica como unidad básica de gestión y si no gestionamos el agroecosistema en conjunto, no como una suma de partes.

INTRODUCCIÓN

El manejo y gestión del agua en la agricultura ecológica todavía es un tema sin un desarrollo en profundidad, constituyendo, a nuestro modo de ver, una temática que merece un más adecuado tratamiento.

El agua es, como es sabido, un importante factor para la producción agrícola; en las zonas húmedas básicamente toda el agua precisa para el desarrollo de los cultivos proviene de la lluvia, pero en zonas más meridionales, como prácticamente es el caso de toda la península Ibérica, el agua de lluvia no aporta la suficiente cantidad para el crecimiento de los cultivos y, en consecuencia, la práctica del riego se torna imprescindible.

De la importancia que supone el regadío tenemos un magnífico ejemplo por todo el territorio español, evidentemente con mucha mayor presencia en las zonas de clima mediterráneo, donde el agua es el verdadero factor limitante.

La explotación agroecológica tiene una base física determinada en la que podemos controlar relativamente los insumos a aportar, siempre con la salvedad de que si se trata de un islote en

medio de un océano de agricultura convencional, las afecciones de la vecindad pueden ser muy importantes. Tanto el aire como el agua pueden ser vectores de transmisión de posibles efectos indeseables (transporte de contaminantes, plagas, etc.).

Pero el importante flujo de agua a una parcela llega, en caso de ser necesario, mediante el regadío. Para ello el agua ha de ser transportada, a veces desde cientos de kilómetros a píe de parcela. Genéricamente podemos señalar que los parámetros de calidad del agua de riego están reduciéndose de una forma muy notoria en, básicamente, la generalidad de las zonas de regadío. En muchos de los casos no se superan incluso los parámetros de calidad exigidos para la práctica de la agricultura convencional.

En las pasadas V Jornadas Técnicas de la SEAE (MALLORCA, 2001) dedicadas al tema del agua y la agricultura se formularon algunas propuestas para el uso y gestión del agua en la agricultura ecológica (GONZALVEZ y col., 2001).

En la mencionada propuesta se recogía que no es practica habitual en la AE la exigencia d unos mínimos requisitos para el agua de riego. Es precisamente en este terreno donde pretendemos centrar la presente comunicación.

REVISIÓN DE PROPUESTA PARA ESTABLECER INDICADORES DE USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Desde la aparición del concepto de desarrollo sostenible, es como si una enorme bola elástica nos hubiera llenado la boca y masticando, masticando, parece nos sea difícil de digerir. Así surgen un número considerable de formulaciones y de los pasos que se deben acometer de cara a la consecución de esa sostenibilidad y nuestra conclusión es que no es fácil optar decididamente por alguna de las vías propuestas.

Consideramos que es importante reseñar que cada día existe un más amplio consenso para considerar la idea de que es en el ámbito de la cuenca hidrográfica donde se debe acometer el análisis, el planeamiento, el manejo y la gestión de los recursos hídricos.

Con la reciente aprobación de la Directiva Marco del Agua por la Comunidad Europea, parece que este concepto se asienta definitivamente como marco conceptual y de análisis de las políticas de gestión del recurso.

En el territorio español también se venia utilizando como marco de referencia y se materializó con la elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuenca.

No obstante en la propuesta del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) para dotarnos de un sistema español de indicadores ambientales (1998), en concreto para la subárea de agua no se hace una clara referencia a la cuenca hidrográfica contemplada como el auténtico marco de referencia en la propuesta de indicadores. En el mismo documento se indica: «la información que ofrece la propuesta de indicadores es útil para el seguimiento de la política ambiental pero es claramente deficitaria para el seguimiento de la política de aguas, entre otras razones porque no presenta la información referida a cuencas, trata la gestión del agua desde un punto de vista de sostenibilidad ambiental sin priorizar objetivos de satisfacción de demandas, etc.»

Quizá la pretensión de ofrecer un número reducido de indicadores como objetivo básico a conseguir, nos haga encontrar poco significado a la utilidad de algunos de los indicadores propuestos para la aplicación en determinadas zonas o cuencas hidrográficas, o inclusive apreciar la carencia de otro más apropiados.

Citaremos brevemente los indicadores que en la propuesta del MMA (1998) aparecen recogidos para la subárea de agua, éstos son los siguientes:

Indicadores de estado

A1. Acuíferos contaminados por nitratos
A2. Acuíferos costeros salinizados por intrusión marina
A3. Ríos con buena calidad según los índices bióticos
A4. Ríos con buena calidad según el índice de calidad general (ICG)
A5. Embalse eutrofizado
A6. Especies piscícolas amenazadas o en extinción
A7. Sobrexplotación de acuíferos
A8. Recursos hídricos naturales por habitante

Indicadores de presión

A9. Intensidad del uso del agua
A10. Población con tratamiento de agua residual

Indicadores de respuesta

A11. Gasto público en gestión de aguas residuales
A12. Cauces deslindados

Los indicadores de estado se refieren al estado del agua propiamente dicho (cantidad y calidad), las principales afecciones sobre el recurso son recogidos por los indicadores de presión y por último los de respuesta indican las acciones frente al estado del agua.

Como ejemplo si pretendemos aplicar los anteriores indicadores a una zona regable, la de Terracha (Lugo), en la que venimos desarrollando trabajos y de la que poseemos datos, nos mostraría lo siguiente:

– Imposibilidad de aplicar los indicadores A2 (al ser una zona interior peninsular) y el A5 (ausencia de embalses), siendo el A7 (sobrexplotación de acuíferos) muy minorado en lo referente a su trascendencia por la auténtica importancia que en la zona posee el aprovechamiento de las aguas superficiales.

La conclusión es que no teniendo ningún significado para aplicar en la zona dos de los indicadores propuestos y ofreciendo otro de ellos información manifiestamente mejorable, nos pone de manifiesto la utilidad que poseería disponer de un sistema de indicadores de aplicación a nivel de cuenca, incluso de subcuenca, hidrográfica.

En el ámbito de la Comunidad Europea han sido desarrollados otros indicadores relativos a la subárea del agua, han sido propuestos los siguientes:

WP1. Media anual de N y P vertidos a los ecosistemas acuáticos
WP1b. P vertido al medio acuático por plantas de tratamiento y después de efectuado el mismo.
WP2. Agua extraída de recursos subterráneos durante un tiempo y para diversos usos
WP3. Pesticidas usados por ha o en áreas cultivadas permanentemente
WP5. Total de agua residual recogida por sistemas de saneamiento de viviendas, industrias…, con el total de contaminantes en el agua tratada.
WP5b. Total de agua residual tratada comparada con el total de agua usada como input por la industria
WP6. Descarga total a ecosistemas acuáticos de metales pesados de todos los puntos: industrias, agrícolas y domésticos.
WP7. Vertidos de residuos orgánicos por actividades domésticas, industriales y agrícolas medidos en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
WP8. Agua distribuida por industrias directamente o por redes de distribución pública

Se aprecia la coincidencia de alguno de estos indicadores con los propuestos por el MMA y otros son totalmente novedosos.

En este caso, en la zona de estudio anteriormente referenciada, todos ellos serian aplicables.

Por tanto estimamos que en una futura propuesta serian necesarios ciertos ajustes para lograr la mayor definición posible, aunque enmendar lo que se recogía en la propuesta de utilidad exclusiva en el seguimiento de la política ambiental para constituir asimismo un adecuado instrumento para el mejor gobiemo de la política de aguas.

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

Podemos afrontar el tema bajo dos enfoques, el primero, más primario, se limitaría a exigir al agua para el riego unos mínimos parámetros de calidad para su empleo en la agricultura ecológica.

Como se ha comentado, la definición de parámetros de calidad del agua para la utilización para el riego en agricultura ecológica, es un tema abierto que exigirá en el más breve plazo posible de un verdadero esfuerzo de síntesis porque actualmente el agua de riego posee, para una gran cantidad de las zonas regables existentes, unos bajos índices de calidad , constituyendo un verdadero caldo de diferentes sustancias de las que es difícil de evaluar sus posibles efectos conjuntos sobre los distintos seres vivos y el medio donde es utilizada.

Es posible que algunas aguas presenten, en determinadas zonas, problemas de tal magnitud que impidan su total utilización para producir mediante el método ecológico. Siempre seria posible intentar afrontar medidas descontaminantes por parte del agricultor, pero es dudoso que puedan ser acometidas directamente sin causar un grave quebranto económico que puede poner en serio peligro la viabilidad de la finca.

Por ello, sí puede ser un paso hacia adelante el disponer de índices de sostenibilidad como los anteriormente descritos y sobre todo voluntad política para su adecuada aplicación, este hecho puede representar un verdadero punto de inflexión en ese cambio de tendencia tan necesario.

Es bajo este planteamiento, primario bajo nuestro criterio, donde se aprecian movimientos de fondo que, en lo que al tema del agua respeta, pasarían por fijar unos índices de sostenibilidad para la misma y que asimismo con las restricciones debidas deberían figurar en la normativa que rige la producción agraria ecológica.

Un segundo enfoque, más amplio, pasa por afrontar una «nueva economía del agua» en palabras de F. Aguilera (2000), que prosigue : «el agua es un activo ecosocial y es necesario abordar la gestión integral de todo su ciclo… no hay gestión del agua sin gestión del territorio».

Estamos convencidos que no es posible hacer converger objetivos de acciones distintas si estas no han sido concebidas con anterioridad sobre unos principios comunes que las cohesione y dé coherencia en un entorno de gestión más amplio.

Utilizando el referido marco de referencia de la cuenca hidrográfica es fácil comprender que todas las acciones de manejo hídrico ejecutadas «aguas arriba» van a dar una prueba de su bondad más o menos inmediatamente «aguas abajo», rápidamente si el medio transmisor es un curso superficial de agua, más lentamente si el medio transmisor es un curso subterráneo.

Pone esto de manifiesto que la planificación hídrica debe ser conjunta, las cuencas son su marco de referencia apropiado, pero la mejor de las planificaciones hídricas puede resultar nefasta si no va unida íntimamente a una adecuada planificación territorial. Las políticas de «oferta ilimitada» del recurso hídrico embisten muchos intereses : sociales, económicos y ambientales que es tiempo de ir valorando sin demora.

Los atributos para que un sistema agrario pueda ser considerado sustentable han tenido, prácticamente durante el último decenio, una aproximación amplia desde el punto de vista de numerosos autores e instituciones. Es así que atributos como: productividad, estabilidad, sustentabilidad, equidad, autonomía no resultan hoy en día extraños a los equipos que deben acometer el planeamiento de sistemas agrarios sustentables. La planificación de recursos hídricos, integrada en otra superior de planificación del territorio, debe responder a los mismos atributos.

Pensamos que la planificación hídrica debe ser abordada bajo este enfoque; otras soluciones pueden ayudar en una deseable transición, pero no dejan de ser parches, más o menos fiables, a un globo que pierde aire de forma irremisible.

La utilidad de índices específicos para el agua en el contexto señalado perdería la «urgencia» con el que ahora son demandado.

PARÁBOLA A MODO DE CONCLUSIÓN

Construyamos, por ejemplo, un hipotético escenario a pequeña escala, el de una cuenca o subcuenca hidrográfica:

El estado actual es el de una ausencia de planificación generalizada, la agricultura practicada convencional, la carga ganadera excesiva y con incipientes problemas de contaminación hídrica.

El actual sistema está fuertemente subvencionado, siendo difícil que prosperen, por el momento, soluciones alternativas.

Pero una grave crisis económica, social y ecológica hace necesario redirigir los pasos y la planificación con criterios agroecológicos, es la nueva «fuerza impulsora».

En este nuevo escenario la agricultura sería respetuosa con el medio, la productividad garantizada, la carga ganadera no sobrepasaría los límites ecológicos, las prácticas agrícolas limitarían de forma considerable los problemas de erosión, degradación de suelos y contaminación. Las poblaciones estarían estabilizadas al igual que el consumo, el suministro de recursos estaría garantizado y su tratamiento sería el adecuado. Los recursos hídricos estarían contemplados en su conjunto y ya se habrían priorizado, sin el mayor contratiempo, los diferentes usos.

Es posible que en este escenario sea necesario algún tipo de índices, quizá menos porque no tenemos la sensación de que el enemigo está al acecho dispuesto a «envenenar» nuestras vidas.

¿un mundo feliz?

Solo un mundo posible, solo un escenario.

«Una cosa de la que podemos estar seguros es que en el futuro vamos vernos continuamente confrontados con la sorpresa» (Vernon W. Ruttan)

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA KLINK, F. (2000). ¿Más embalses y transvases o gestión del recurso? El Ecologista nº 23. Diciembre 2000.

GONZÁLVEZ, V.; CALAFAT, A.; FARRÚS, E.; VADELL, J. (2001). V Jornadas Técnicas de la SEAE: El agua la agricultura. Gestión ecológica de un recurso crítico. Edita SEAE. 236 pp.

MMA (1998). Sistema español de indicadores ambientales: subáreas de agua y suelo. Serie monografías. MMA. 103 pp.

ACTAS DEL
V CONGRESO DE LA SEAE – I CONGRESO IBEROAMERICANO DE AGROECOLOGÍA

La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario

Gijón, 16 al 21 de septiembre de 2002

ORGANIZADORES:

- Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE)
- Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Principado de Asturias.
- CYTED
- AGROBIO.

Editores:

Enrique Dapena de la Fuente
José Luis Porcuna Coto

Colaboradores:

José Angel Díaz García
Marcos Miñarro Prado
María Dolores Blázquez Noguero

ACTAS DEL V CONGRESO DE LA SEAE – I CONGRESO IBEROAMERICANO

La agricultura y ganadería ecológica en un marco de diversificación y desarrollo solidario.
Actas del V Congreso de la Seae – I Congreso Iberoamericano, celebrado en Gijón, 16 al 21 de septiembre de 2002.

Los autores se responsabilizan de la información contenida en los artículos.

Edita: SERIDA, SEAE y CYTED
Depósito legal: As-3.632/02
Imprime: Asturgraf (Granda, Siero)

SUMARIO

VOLUMEN II

VII. SANIDAD VEGETAL. CONTROL BIOLÓGICO Y ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Evaluación de la incidencia de la mosca del olivo (*bactrocera oleae* GMELIN) y exploración de sus parasitoides en diferentes sistemas de manejo en Los Pedroches, Córdoba y Deifontes, Granada. Resultados preliminares.
J. SÁNCHEZ ESCUDERO, G. GUZMÁN, E. VARGAS 791

Uso de fitosanitarios naturales en el control ecológico del minador de los cítricos en plantones de mandarino.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, E. LANCHAZO, J. ARMENGOL, J. M. CAROT 801

Estudio comparativo entre un manejo agroecológico de plagas *Coccidae y Ortezidae* y uno unilateral, químico, en naranjos y olivos.
E. ZÚÑIGA, J. SCHEFFELT, G. PIZARRO 813

Control del Piojo Rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskel (*Hemiptera: Diaspididae*), con aceite parafínico en navelina ecológica.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, A. RUBIO-SERRA, A. BONO, R. LABORDA 821

Fitotoxicidad a corto plazo del polisulfuro de cal y el aceite parafínico como tratamiento de cochinillas en cítricos ecológicos.
A. DOMÍNGUEZ GENTO, E. CHULIÁ FERRANDIS, J. BOLINCHES 829

Eficacia de la rotenona y dos extractos de neem en el control del pulgón ceniciento del manzano.
M. MIÑARRO, E. DAPENA 837

Influencia de diversas técnicas de control de adventicias sobre una comunidad de estafilínidos (*Coleoptera: Staphylinidae*) en un cultivo de manzano.
V. A. SUÁREZ-ÁLVAREZ, M. MIÑARRO 847

Efectos de la aplicación de insecticidas ecológicos y convencionales sobre maíz forrajero. Los beneficios ecofisiológicos del nim.
N. PEDROL, C. GONZÁLEZ, A. MARTÍNEZ..... 855

Seguimiento de las plagas y enfermedades del almendro en agricultura convencional y ecológica en el campo de Cartagena (Murcia).
J. CONTRERAS, J. J. MARTÍNEZ, Mª J. BAÑOS 867

¿Es la introducción de especies exóticas para el control biológico de plagas totalmente compatible con la producción agraria ecológica?
V. A. SUÁREZ-ÁLVAREZ, L. CAPDEVILA-ARGÜELLES, B. ZILLETTI 875

¿Compensa la fotoselectividad en mallas anti-insectos en invernaderos mediterráneos?
E. J. FERNÁNDEZ, M. DÍAZ, F. CAMACHO, D. GALLARDO, J. J. CARMONA . 881

Manejo ecológico de *Trialeurodes vaporarium* West en tomate orgánico en Uruguay.
A. RODRÍGUEZ, E. M. DEL POZO 887

Comportamiento de la variedad “Boludo” y control de *Leveillula taurica* en condiciones de cultivo orgánico en Canarias.
J. M. HERNÁNDEZ, T. ALCOVERRO, S. SABADELL 895

Desarrollo de sistemas de muestreo para *Benisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica de pimiento del sureste español.
P. FERNÁNDEZ, M. MIGUEL, P. GUIRAO, M. ZAMORA, A. ALCÁZAR, M. ONCINA, A. LACASA 897
Empleo de enemigos naturales para la regulación de las poblaciones de *Benisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica del sureste español.
P. FERNÁNDEZ, M. MIGUEL, A. ALCÁZAR, M. ONCINA, A. LACASA 907
Incidencia de la araña amarilla común *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) en el sistema de transición del cultivo de la fresa.
S. R. DE MELLO 913
Incidencia en postcosecha, a temperatura ambiente, de alteraciones fisiológicas en cítricos ecológicos y convencionales.
M. D. RAIGÓN, A. DOMÍNGUEZ GENTO, D. SOLER SANGÜESA 921
Epidemiología del virus del bronceado del tomate (TSWV). Relación entre la proporción de trips virulíferos e incidencia del TSWV. Adaptación a sistemas de agricultura ecológica.
A. ALCÁZAR, A. LACASA, M. MIGUEL, P. FERNÁNDEZ, M. ONCINA, J. A. SÁNCHEZ 929
Desinfección de semillas de tomate infectadas por el virus del mosaico del pepino dulce (PEPMV).
M. C. CÓRDOBA, C. JORDÁ 939
Influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo del síndrome del “False Broomrape”.
M. C. CÓRDOBA, J. TELLO, C. JORDÁ 941
Bacteriosis producidas por *Pseudomonas* en alubia de León.
Y. DÍAZ, B. REINOSO, A. J. GONZÁLEZ 943
Efecto de los extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados sobre oídio de las cucurbitáceas *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer.
J. SINOBAS, C. IGLESIAS, F. GEA, J. C. TELLO 951
El injerto como forma de control de los patógenos en cultivos ecológicos de pimiento.
C. ROS, M. A. MARTÍNEZ, A. LACASA, M. M. GUERRERO, P. GUIRAO, M. C. MARTÍNEZ, N. BARCELÓ, J. A. LÓPEZ 957
Respuesta al injerto en melón Cantaloup como alternativa al $BrCH_3$ en Guatemala.
E. J. FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, J. C. TELLO, E. TRABANINO, L. F. CALDERÓN, E. DUBÓN, I. CABRERA 967
La importancia de las enfermedades de los lentejares de Castilla-La Mancha sugiere la existencia de un agrosistema “supresor”.
D. DÍAZ, J. C. TELLO, F. J. GEA 973
Supresividad de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid frente a hongos fitopatógenos.
F. DIÁNEZ, M. SANTOS, R. BLANCO, J. VILLAESCUSA, M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, J. YÉLAMOS, F. J. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 983
Evaluación de la capacidad supresora de la microbiota presente en el compostado de residuos de olivo (alperujo**)**.
M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, J. YÉLAMOS, F. DIÁNEZ, M. SANTOS, J. VILLAESCUSA, R. BLANCO, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. C. TELLO 993

Potencial antagonista in vitro de la microbiota fúngica aislada de los compostados de alperujo de olivo más cascarilla de arroz, orujo de vid, sustrato agotado de champiñón y residuo industrial de corcho.
J. VILLAESCUSA, J. YÉLAMOS, F. DIÁNEZ, M. SANTOS, M. CHEBÂANI, P. CASTILLO, R. BLANCO, F. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 999
Una alternativa ecológica para el residuo industrial de corcho: análisis de la capacidad del compost del residuo industrial del corcho para suprimir enfermedades de los cultivos causadas por hongos del suelo.
J. R. MONTOYA TORRES, A. A. GÓMEZ BAENA, R. BLANCO, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. C. TELLO 1005
Evaluación *in vitro* del compostado del champiñón y análisis de su capacidad supresora frente a enfermedades edáficas.
P. CASTILLO, F. DIÁNEZ, M. CHEBÂANI, J. YÉLAMOS, J. VILLAESCUSA, M. SANTOS, R. BLANCO, F. J. GEA, I. TRILLAS, M. AVILÉS, J. SINOBAS, J. C. TELLO 1009
Desinfección del suelo mediante biofumigación con solarización en cultivos ecológicos de pimiento de invernadero.
M. A. MARTÍNEZ, A. LACASA, M. M. GUERRERO, C. ROS, P. GUIRAO, M. C. MARTÍNEZ, N. BARCELÓ, M. ONCINA, A. BELLO 1015
Efectos de la biofumigación con solarización sobre las propiedades de los suelos para cultivos de pimiento en agricultura ecológica.
M. ROS, J. A. PASCUAL, C. GARCÍA, T. HERNANDEZ, M. M. GUERRERO, A. LACASA, P. FERNÁNDEZ, C. ROS, P. GUIRAO 1021
Efectos del bromuro de metilo y la biofumigación con solarización sobre la microbiota fúngica, actinomicética y bacteriana de suelos cultivados con pimiento en Murcia.
J. A. YÉLAMOS, P. CASTILLO, F. DIÁNEZ, J. VILLAESCUSA, M. SANTOS, M. CHEBÂANI, R. BLANCO, A. LACASA, J. C. TELLO 1023
Solarización: un tratamiento físico de desinfección de suelo que incrementa la producción del cultivo de tomate.
S. DÍAZ, A. RODRÍGUEZ, P. DOMÍNGUEZ, T. ALCOVERRO, L. GALLO 1027
Caracterización de la entomofauna y nematofauna asociada a un cultivo ecológico de patata en La Rioja. Interés de los nemátodos entomopatógenos.
J. JIMÉNEZ, R. CAMPOS, M. ESCUER, A. GARCÍA, C. GUTIÉRREZ 1029
El cultivo de patata en rotación con faba y presencia de *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 en Asturias.
E. ROA, M. A. DÍEZ-ROJO, M. ESCUER, M. BRAÑA, A. BELLO 1039
Nemátodos transmisores de virus encontrados en La Rioja y Navarra. Su repercusión en los viñedos y cultivos hortícolas.
M. ARIAS, J. FRESNO, J. A. LÓPEZ-PÉREZ, C. GUINEA 1049
Nemátodos transmisores de virus de la familia Trichodoridae asociados al cultivo de manzano en Asturias.
J. A. LÓPEZ PÉREZ, M. ARIAS, J. FRESNO, E. DAPENA 1059
Ecología y control de *Meloidogyne incognita* en hortalizas de la Comarca de Villena (Alicante).
J. A. LÓPEZ-PÉREZ, A. BELLO, A. GARCÍA-ÁLVAREZ, R. SANZ, M. A. DIEZ, J. C. FERRÁNDIZ, R. DOMENE..... 1067

Alternativas no químicas y control de nemátodos en cultivos de Castilla y León.
M. A. DÍEZ-ROJO, A. BELLO, A. GARCÍA-ÁLVAREZ, M. ESCUER, J. SINOBAS 1079
Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de la virosis en el cultivo del tomate.
E. CALVO, A. JIMÉNEZ, J. L. PORCUNA, C. MARTÍN, M. J. SANZ..... 1091
Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos.
M. J. SANZ, E. CALVO, C. MARTÍN, A. JIMÉNEZ, J. L. PORCUNA..... 1099
Daños foliares por ozono en diversas plantas forestales.
M. J. SANZ, J. CERVERÓ, V. CALATAYUD..... 1103
Ozono y daños en patata en la cuenca mediterránea occidental.
M. J. SANZ, J. L. PORCUNA, I. CALVO, C. ESCRIBÁ, A. JIMÉNEZ, E. CALVO, C. MARTÍN, J. M. VEGA, M. G. ORTEGA, B. MORERA, F. MONTES, J. PAEZ . 1109
Estudio de la eficacia de la materia orgánica como protector frente al ozono en el cultivo de la patata.
I. CALVO, M. J. SANZ, E. CALVO, A. JIMÉNEZ, C. MARTÍN, J. L. PORCUNA .. 1117
Protección de los daños inducidos por los niveles de ozono troposférico en tomate mediante la reducción del riego.
V. BERMEJO, B. S. GIMENO, J. L. PORCUNA 1127

VIII. MANEJO AGROECOLÓGICO DE SISTEMAS GANADEROS

PONENCIAS

Conocimientos técnicos de interés para el desarrollo de sistemas de producción de carne ecológica con rumiantes.
K. OSORO, A. MARTÍNEZ..... 1141
Producción ecológica de leche y sanidad animal.
M. HOVI, R. GARCÍA TRUJILLO 1149

COMUNICACIONES

Valoración de aspectos relacionados con las posibilidades de implantación de sistemas de producción de carne de vacuno adaptados a la normativa de ganadería ecológica en la comarca de montaña de Riaño (León)
E. SERRANO, P. LAVÍN, A. R. MANTECÓN 1157
Producción de carne de vacuno en sistema ecológico. Requisitos e incidencias económicas, un caso práctico.
P. EGUINOA, J. MANGADO, J. ASIAIN, J. SÁEZ, F. MAEZTU 1169
Estudio comparativo del rendimiento cárnico en vacuno de dehesa bajo sistemas de producción ecológico y convencional.
S. GARCÍA TORRES, A. ROBLES LOBO, M. M. LÓPEZ PARRA, M. ESPEJO DÍAZ, M. IZQUIERDO CEBRIÁN..... 1179

Manejo reproductivo de vacas nodrizas compatible con la normativa de la producción ecológica.
A. SANZ, I. CASASÚS, A. BERNUÉS, R. REVILLA 1191
Noticias de una investigación en marcha: la producción lechera familiar como estrategia productiva de persistencia en el sur de la provincia de Santa Fe. Argentina.
P. MARINI, R. BIOLATTO, A. BASSI, M. TOBIN, G. OTTMANN..... 1203
Estudio de la producción de leche de oveja de raza guirra en manejo ecológico.
J. PONT 1213
Produção de forragem em sistema de produção orgânica de leite, na área de influência da mata atlântica, Brasil.
L. J. MAGALHAES, E. NOGUEIRA FERNANDES, D. S. CAMPOS PACIULLO, M. MESQUITA CARVALHO, J. DA COSTA CARNEIRO 1217
Influencia de la intensidad de uso ganadero en la composición florística y en la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas.
L. SUANCES, J. PEREZ-SARMENTERO, A. MOLINA, J. M. DE MIGUEL 1225
Estudio de la composición química del pasto en relación con las características del suelo y la intensidad de uso ganadero.
L. SUANCES, J. PEREZ-SARMENTERO, A. MOLINA, M. S. GARRIDO..... 1235
Efectos de la asociación maíz-soja forrajera sobre producción y valor nutritivo. Calidad fermentativa de los ensilados resultantes.
B. DE LA ROZA, A. MARTÍNEZ, A. ARGAMENTERÍA 1245
Cultivo de maíz forrajero ecológico.
J. PIÑEIRO, R. SUÁREZ, N. DÍAZ, J. FERNÁNDEZ..... 1253
Experiencias sobre producción ecológica de huevos de gallina en la Comunidad Valenciana.
V. GARCÍA-MENACHO, J. PONT ANDRÉS, P. RIVAS CERVERÓ, J. MARTÍ GARCÍA 1263
Primera experiencia en cunicultura ecológica en la Comunidad Valenciana.
V. GARCÍA-MENACHO OSSET, P. RIVAS CERVERÓ 1273
Control de la varroa con timol. Hacia el control integral y el manejo agroecológico.
J. A. RUIZ, Mª I. GUTIÉRREZ, J. M. RUZ, J. M. FLORES, F. PUERTA, F. CAMPANO..... 1281
Estudio preliminar de la producción de miel en colmenas de desarrollo vertical utilizando métodos alternativos en el control de *Varroa jacobsoni oud.*
J. PONT ANDRÉS, J. ALBERT RUBIO 1299

IX. CALIDAD Y TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Contenido de hierro en el grano de judía de diversas variedades bajo cultivo ecológico y convencional.
M. D. RAIGÓN, G. PALOMARES, I. ORDOÑO, M. ORTIZ-PÉREZ..... 1305
Contenidos de vitamina C, pulpa y aceites esenciales en cítricos ecológicos y convencionales.
A. DOMINGUEZ GENTO, M. D. RAIGÓN, D. SOLER SANGÜESA 1313

Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva.
M. D. RAIGÓN, V. GARCÍA MENACHO, M. D. GARCÍA MARTÍNEZ 1323
Nitratos y materia seca en hortícolas cultivadas en invernadero y en extensivo con nutrición orgánica versus mineral.
J. C. RUIZ, J. F. HERENCIA, S. MELERO, J. A. RUIZ 1333
Niveles de nitratos y proteínas en hortalizas de hoja ancha ecológicas y convencionales.
M. D. RAIGÓN, A. DOMÍNGUEZ-GENTO, S. TORREGROSA..... 1341
Aprovechamiento de componentes funcionales de cortezas de cítricos ecológicos.
M. CHÁFER, A. CHIRALT 1353

X. COMERCIALIZACIÓN, NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Estudio del mercado ecológico en la ciudad de Córdoba.
R. GARCÍA TRUJILLO..... 1365
Conocimiento, valoración y consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares.
M. COLOMBÀS, J. VERA, A. CORTÈS, J. VADELL 1381
Estructura de las preferencias de los consumidores respecto a los productos ecológicos en Castilla-La Mancha.
R. BERNABÉU, A. TENDERO, M. OLMEDA, S. CASTILLO 1389
Productores y consumidores se asocian en torno a productos lácteos orgánicos en Montevideo.
P. ACOSTA CASSINELLI 1399
Influencia de los canales comerciales en el desarrollo de la agricultura ecológica en Europa.
A. ALONSO, K. KNICKEL, N. PARROTT 1409
Influencia del canal de comercialización empleado en el precio final del alimento ecológico.
I. AGUIRRE, G. PIÑERO, J. E. GONZÁLEZ-ZAMORA 1419
Análisis de la situación del transformado de productos ecológicos.
M. CHÁFER 1429
La revisión de la normativa básica en IFOAM: Un ejemplo de integración del sector. Referencia a la última revisión de Victoria (Canadá) 2002.
V. GONZÁLVEZ 1439
Aportaciones al debate sobre la elaboración de la reglamentación europea de semilla ecológica.
J. J. SORIANO NIEBLA, J. ROSELLÓ OLTRA, A. TOLEDO CHÁVARRI..... 1447
La seguridad en los alimentos ecológicos y mecanismos de control.
T. CANTÓ 1457

VOLUMEN II

VII. SANIDAD VEGETAL. CONTROL BIOLÓGICO Y ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Evaluación de la incidencia de la mosca del olivo (*bactrocera oleae* GMELIN) y exploración de sus parasitoides en diferentes sistemas de manejo en Los Pedroches, Córdoba y Deifontes, Granada. Resultados preliminares

JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO[1], GLORIA GUZMÁN CASADO[1], ENRIQUE VARGAS OSUNA[2]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba.
[2] Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales. Universidad de Córdoba.

RESUMEN

La presente investigación forma parte del proyecto doctoral en curso y se realiza en fincas de agricultores de olivar ecológico en Los Pedroches, Córdoba, y Deifontes, Granada, con los cuales el grupo de trabajo del Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC) ha puesto en práctica la metodología teórica de la investigación participativa.

El objetivo fue registrar la incidencia de la mosca del olivo y la presencia de sus enemigos naturales, en olivares bajo manejo convencional, integrado y ecológico; asimismo, revisar la presencia de tales parasitoides en la cobertura vegetal presente dentro del cultivo en los diferentes tipos de manejo, y que también fue registrada.

El mayor daño por mosca se produjo en las fincas ecológicas que no realizan ninguna medida de control.

En Deifontes se registró un menor índice de picada en todas las fincas. Asimismo, los menores daños fueron más notorios en las fincas ecológicas, sobre todo en aquellas con una mayor presencia de cobertura vegetal, sobre las cuales fue mayor la colecta de himenópteros.

Los resultados preliminares indican la presencia de adultos del parásito endófago *Opius concolor,* en fincas de Los Pedroches con cobertura vegetal entre calles.

La permanencia de cubiertas vegetales de flora adventicia entre calles a lo largo del año es más usual en la comarca de Los Pedroches que en Deifontes. Asimismo, el estilo productivo ecológico, convencional o integrado también marca las diferencias. Así, en Los Pedroches son las fincas ecológicas las que presentan sus suelos más cubiertos. La situación en Deifontes es parecida ya que las fincas en producción ecológica tienen una mayor cubierta vegetal que las integradas, aunque sin llegar a los niveles de Los Pedroches.

INTRODUCCIÓN

El siglo XX ha sido testigo de la simplificación de los agroecosistemas a nivel mundial, incluidos aquellos generados históricamente en el ámbito mediterráneo y que tenían en el olivo uno más de sus componentes. A través del tiempo, se impuso un modelo dominante de olivar con baja diversidad, especializado para satisfacer objetivos comerciales y de exportación, incorporando técnicas como el riego, fertilización y control químico de plagas y enfermedades. Lo que a su vez ha dado lugar a que del olivar dependan una gran cantidad de familias (MESA, 1997). Producto de una lógica industrial de apropiación de los recursos, altamente dependiente de insumos externos, en el olivar se han mayorado o generado impactos como la pérdida de suelo, nutrientes y de vegetación natural, con la consecuente pérdida de la biodiversidad asociada (PAJARÓN, 1997).

Actualmente en la producción de aceite en la región mediterránea destaca España y, en especial, Andalucía; y el cultivo se realiza, principalmente, en condiciones de campiña y de sierra. En esta última situación, las restricciones para la producción son muy altas así como también sus costos, por lo que no pueden competir en los mercados con los olivareros de áreas de alta producción, como los de campiña o vega. Por ello, en algunas zonas montañosas como Los Pedroches, en Córdoba, se ha producido una incorporación masiva en agricultura ecológica; considerando que esto les podría permitir acceder a otro tipo de mercado más ventajoso. Actualmente, están agrupados en la olivarera Los Pedroches de Pozoblanco (OLIPE), que cuenta con 500 agricultores ecológicos con una superficie de 9.000 hectáreas (ALONSO y col., 2001; CABALLERO, 2001).

Esta situación contrasta con el municipio de Deifontes (Granada), otra zona serrana, aunque de menores pendientes, donde 6 productores son los únicos con este tipo de manejo en el municipio, mientras que la mayoría del olivar se lleva con manejo integrado (SERRANO, 2001).

La producción integrada pretende racionalizar los tratamientos fitosanitarios del cultivo mediante la puesta en marcha de un sistema de control de alerta y evaluación de los niveles de población de la mosca, a través de dos sistemas de trampeo, además de realizar un seguimiento de la evolución del desarrollo larvario en aceitunas. Así, cuando las circunstancias lo aconsejan, hay dos posibilidades de tratamiento: el larvicida y el adulticida. Los cuales se hacen mediante pulverizaciones terrestres y mediante cebos. Aunque también se utilizan tratamiento-cebos aéreos en bandas y los productos recomendados son dimetoato, formotion, malation y triclorfon (CIVANTOS, 1998).

Por su parte, los agricultores convencionales realizan el control de plagas y enfermedades directamente, a través de un calendario fijo de tratamientos, muchas veces en forma indiscriminada y con baja eficacia; el consumo de productos fitosanitarios es alto, el impacto al medio ambiente es elevado y en muchos casos evitables (RODRÍGUEZ, 2000).

En contraste, los métodos de regulación de las poblaciones de la mosca en los cultivos ecológicos están basados en la captura de adultos por diferentes tipos de trampas y el tratamiento se conoce como «trampeo masivo». En Los Pedroches se emplea la trampa OLIPE diseñada por un agricultor de esa zona, la cual ha sido evaluada en comparación con otras comerciales y fue la que tuvo mejor relación efectividad / coste, además de una mayor simplicidad de utilización (CABALLERO, 2001). En Deifontes, los ecológicos no realizan ninguna actuación.

Por otra parte, en cuanto al control biológico de las dos plagas principales del olivo, se reporta para *B. oleae* un parasitismo muy bajo por himenópteros ectoparásitos y un endófago de reciente introducción (ALVARADO y col., 1999; CIVANTOS, 1999; DE ANDRÉS, 1991).

El manejo ecológico requiere un enfoque diferente al convencional, en donde el afán productivista ha tratado de eliminar toda competencia, reduciendo a interacciones uniespecíficas en las parcelas. En contraposición, en la agricultura ecológica se requiere mirar al cultivo como un agroecosistema más complejo y diverso, compuesto con vegetales, animales y microorganismos, con funciones particulares e interrelaciones entre los elementos que lo componen, que le dan estabilidad y la posibilidad de manifestación de las cualidades emergentes del sistema total, tales como el control biológico (GLIESSMAN, 1998; ALTIERI y NICHOLLS, 2001).

Con base en lo anterior y considerando la experiencia referida que se desarrolla actualmente con olivareros en producción ecológica de las regiones de Los Pedroches (Córdoba) y Deifontes (Granada) pretendemos: registrar la incidencia de la mosca del olivo y la presencia de sus enemigos naturales, en olivares bajo manejo convencional, integrado y ecológico; asimismo, revisar la presencia de tales parasitoides en la cobertura vegetal que se permite dentro del cultivo en los diferentes tipos de manejo.

METODOLOGÍA

Selección de las parcelas de observación

La elección de las fincas en donde se ha llevado a cabo el estudio se verificó tras varias visitas a la zona acompañados por el técnico de la Asociación para el Tratamiento Integrado en Agricultura (ATRIA) de OLIPE SCA, D. Juan Antonio Caballero, en el caso de Los Pedroches; y por dos agricultores ecológicos, D. José Miguel Martín Montaner y D. Saturnino Abril, en el caso de Deifontes. En cada zona seleccionamos tres parajes que, a juicio de nuestros acompañantes, fueran reconocidos como diferentes en cuanto a condiciones agroclimáticas, edáficas, etc.

Así, en la localidad de Los Pedroches, se ubicaron los parajes conocidos como: «Los pañeros», «Los tirado» y «Chivatiles»; mientras que en Deifontes corresponden a «Loma del galgo», «Las viñas» y «La rambla». Para cada área se seleccionaron dos fincas, una por cada manejo (convencional o ecológico en la primera zona e integrado y ecológico en la segunda), considerando para ello tanto la cercanía de las parcelas como la similitud del grado de pendiente y orientación de las mismas.

En cada finca se señalaron los vértices de un cuadrado de superficie, con una extensión que abarcaba aproximadamente 100 árboles. Considerando a esta área como la parcela de observación.

Diseño experimental

Con el objeto de conocer el desarrollo larvario de la mosca en el fruto y determinar el porcentaje de frutos afectados, a partir del 22 de agosto en Los Pedroches y del 27 de septiembre en Deifontes, se realizaron 8 muestreos de aceitunas en la primera y 6 en la segunda zona. Utilizando para ello la metodología correspondiente al protocolo de trabajo de los técnicos de las ATRIAs (RODRÍGUEZ, 2000).

En cada fecha, se determinaron 5 puntos de muestreo y en cada uno de ellos, dentro del conjunto de árboles, se determinaba una unidad principal compuesta por 5 árboles contiguos y de cada uno se tomaron 8 aceitunas.

Todas las aceitunas se revisaron bajo el microscopio estereoscópico para verificar la presencia o ausencia del huevo de la mosca. En las que se observaba la galería de la larva, con una aguja de disección se la buscaba para determinar el estadio correspondiente (primero a tercero) o bien la posibilidad de detectar en el exterior de su superficie alguno de los ectoparásitos que se reportan en la bibliografía.

Desde el cuarto muestreo en Los Pedroches y a partir del tercero en Deifontes, para registrar la emergencia de algún parásito, ya no se abrieron las aceitunas que presentaban la marca de la «picada», sino que se colocaron en vasos de plástico y se cubrieron con un trozo de tela transparente sujetada con gomas elásticas y así se colocaron en una cámara con temperatura y humedad controladas.

Con el objeto de colectar a los posibles enemigos naturales de la mosca y del prays presentes en la cubierta vegetal, a partir del 16 y del 23 de noviembre del 2001 en Deifontes y Los Pedroches respectivamente, se han venido realizando colectas de insectos presentes en las malezas, que dependiendo del manejo del sistema se encuentran presentes en los callejones de las fincas o bien bajo los mismos olivos.

Los insectos capturados se separaron con ayuda del microscopio estereoscópico, seleccionando y registrando sólo las familias de himenópteros en las que en la literatura reportaba especies parásitas de la mosca y del prays. Estos se colocaron en alcohol al 70%, para su conservación y posterior determinación taxonómica.

El seguimiento de la flora arvense se realizó mediante al menos una visita mensual a las parcelas de observación. Las fechas de estas prospecciones coincidían con las efectuadas para la evaluación de la picadura de mosca, y la captura de enemigos naturales. En cada ocasión se evaluó el índice de cobertura según la escala de Braun-Blanquet (1979) recogida en la Tabla I. Para cada parcela y fecha se anotaba el índice de cobertura de cincuenta miniparcelas de 50×50 cm, separadas entre sí aproximadamente 10 m, para lo cual se realizaban diversos transectos en cada parcela. Los límites de las miniparcelas eran fijadas por un cuadro metálico de 50 cm de lado.

Tabla I. Índice del grado de cobertura (BRAUN-BLANQUET, 1979)

Denominación	Cobertura (%)	Índice
Cubriendo < 1/10 de la superficie	0-10	1
Cubriendo entre 1/10 y 1/4	10-25	2
Cubriendo entre 1/4 y 1/2	25-50	3
Cubriendo entre 1/2 y 3/4	50-75	4
Cubriendo entre 3/4 y 4/4	75-100	5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presencia de enemigos naturales en pupas de la mosca

En relación con la localización de enemigos naturales autóctonos de la mosca del olivo, en Los Pedroches se obtuvieron 842 pupas de la mosca, de las aceitunas que fueron colocadas en vasos de plástico a temperatura controlada. De ese total, 496 correspondieron al conjunto de olivares ecológicos y 346 a los convencionales. Mientras que en Deifontes fueron 122 pupas; correspondiendo 44 para las fincas ecológicas y 78 en las integradas.

En estas condiciones sólo se encontraron 6 adultos del parásito endófago *Opius concolor*; de las aceitunas colectadas el 23 de octubre y el 15 de noviembre en la finca ecológica del paraje de Los Tirado en Los Pedroches.

Estos insectos podrían corresponder a una nueva generación de los 30.000 individuos de dicho parásito, que fueron liberados, en las cercanías de dicho paraje, en mayo de la campaña del 2000 (CABALLERO, 2001).

Las experiencias realizadas sobre *O. concolor* han demostrado que tales liberaciones masivas pueden mantener los daños dentro de límites tolerables o cuando menos retrasar la infestación en casi un mes. Asimismo, indican que una mejora del método de cría, con el que se consiguiera tener un número suficiente de parasitoides, podría permitir liberaciones tempranas para combatir la generación primaveral de la mosca. Igualmente, resulta importante investigar sobre la ecología de este parásito a fin de integrar esta estrategia dentro de la lucha biológica contra la mosca de la aceituna (JIMÉNEZ y col., 1994 y 1999).

Daños de la mosca en la aceituna

La evolución del índice de picada de la mosca entre las fincas ecológicas y convencionales de los tres parajes de Los Pedroches muestra una tendencia similar, ubicándose tres períodos notorios (Figura 1). En el primero, los tres muestreos iniciales presentan valores no mayores del 20%; mientras que en los siguientes tres se incrementan estos valores hasta alcanzar en algunos casos el 80% de picada. Esto coincide con una mayor presencia de adultos detectados con trampas cromatrópicas y McPhail, colocadas por el técnico de la ATRIAs, en puntos de control cercanos a las fincas en estudio. Asimismo, en el último período se finaliza con un índice de picada de entre 5 al 15%.

El mayor daño entre las fincas ecológicas corresponde a la del paraje Los Pañeros, seguido de Chivatiles; siendo el menor en la de Los Tirado; quien, por cierto, fue el único de los tres que colocó las trampas tipo Olipe (Figura 1).

Entre los convencionales, la finca de Los Chivatiles fue la que alcanzó en promedio el porcentaje más alto, seguido de la de Los Tirado; mientras que en la de Los Pañeros fue el de menor daño, incluso comparado con los tres ecológicos (Figura 1).

En el paraje de Los Pañeros contrasta grandemente la dinámica entre las dos fincas; siendo la ecológica la de mayor daño; alcanzando valores de hasta el 80%; mientras que en la convencional fluctuaron entre el 5 y 20% (Figura 1).

Por su parte, en el par de fincas del paraje de Los Tirado, se apreció una dinámica similar, aunque ligeramente con valores más altos en el olivar ecológico (Figura 1).

En el paraje de Los Chivatiles el índice de picada en el olivar ecológico fue constantemente mayor que aquel que se registró en la finca convencional (Figura 1).

En el caso de Deifontes, en general, el índice de picada es relativamente bajo; lo cual posiblemente se debió a que en la última quincena de agosto y por determinación técnica del sistema de ATRIAS de la localidad, se realizó una aplicación aérea con dimetoato. Sin embargo, en los siguientes muestreos se nota un aumento y durante octubre se presentan los valores más altos, disminuyendo en los siguientes meses. Asimismo, de entre todas las parcelas, la del olivar ecológico del paraje Loma del Galgo fue la de menor índice de picada (Figura 2), siendo la de mayor índice la del olivar integrado de Las Viñas. Asimismo, las demás fincas mostraron una fluctuación de entre el 6 y el 20% a lo largo de la estación (Figura 2).

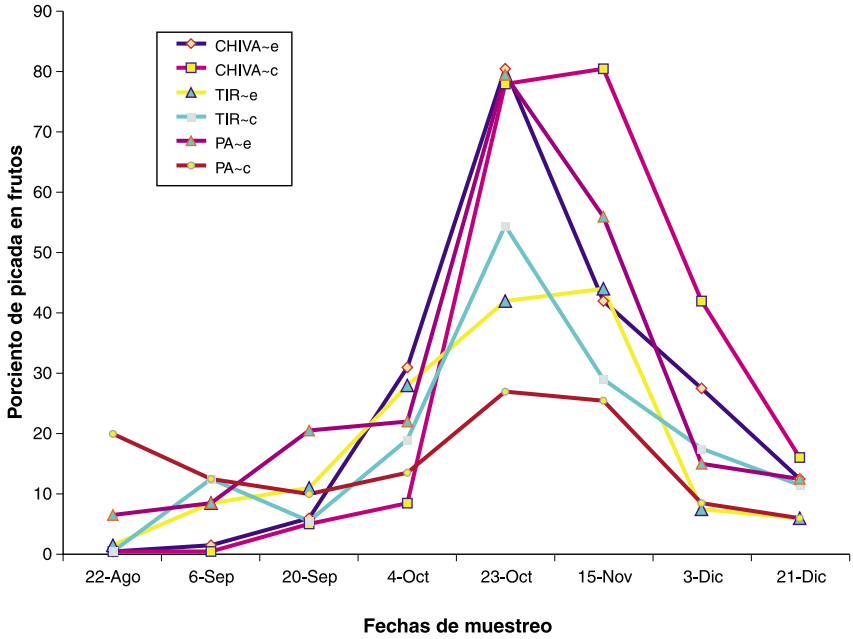


Figura 1. *Indice de picada de la mosca en fincas ecológicas (e) y convencionales (c) de los parajes en Los Pedroches, 2001*

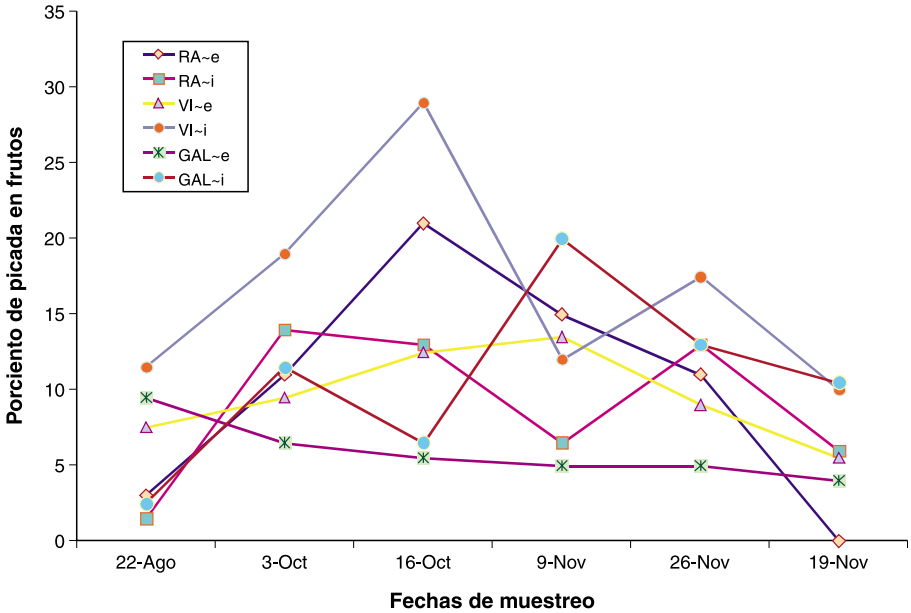


Figura 2. *Indice de picada de la mosca en fincas ecológicas (e) e integradas (i) de los parajes en Deifontes, 2001*

Del análisis por pares de fincas en cada uno de los parajes, resultó que el menor daño de la estación se presentó consistentemente en el olivar ecológico del paraje de Loma del Galgo, con registros del 7%; mientras que en la finca vecina integrada alcanzó valores hasta del 20% (Figura 2).

En el par de fincas de Las Viñas es muy acusado el menor daño en el olivar ecológico, en el cual fluctuó entre el 5 y 9%; mientras que en el integrado sus valores se registraron entre 10 y 30% (Figura 2).

Por otro lado, en las de La Rambla, se registró un daño fluctuante, en donde los menores índices se presentaron en el olivar ecológico, aunque en algunas fechas se registraron valores más altos que en el olivar integrado (Figura 2).

Himenópteros asociados a la cobertura vegetal de la flora espontánea

La captura de los himenópteros se realizó sobre la vegetación espontánea presente en las fincas del olivar en las dos zonas de estudio, desde octubre de 2001 hasta abril de 2002. En los parajes de Los Pedroches, se localizaron un total de 159 ejemplares de himenópteros; mientras que en Deifontes fueron 206 y quedaron incluidas en 56 y 66 especies respectivamente. Los insectos están incluidos en 6 familias en Los Pedroches y en 7 en Deifontes. Los bracónidos fueron el grupo más abundante y presente en todos los muestreos, aportando respectivamente el 55 y el 36% del total de las especies registradas, así como el 47 y 66 % del total de los individuos colectados en ambas localidades.

La presencia de los bracónidos y de los otros grupos, es consistente en las fincas ecológicas y con un mayor número en la del paraje de «los Tirado», seguido de la de «Chivatiles» y «Pañeros» en Los Pedroches. Mientras que en Deifontes, a la finca de la «Loma del Galgo», le siguen la de «las Viñas» y «la Rambla».

La mayor recolección de organismos así como la presencia del total de las familias determinadas, se registra en el último muestreo en abril en Los Pedroches y en los de febrero y marzo en Deifontes; lo cual coincide con los inicios y establecimiento de la floración de la vegetación espontánea.

En estas fechas, también es cuando se colectó un ejemplar de un bracónido, en la finca ecológica del paraje de los Chivatiles de Los Pedroches el cual coincide por comparación, con los ejemplares de *O. concolor, o*btenidos de larvas parasitadas, recolectadas en noviembre del 2001 de aceitunas de la finca ecológica de los «Tirado». Este hecho viene a reforzar, la posibilidad de refugio que puede proporcionar la cobertura vegetal, para el establecimiento de éste y otros parásitos de la mosca del olivo; por liberaciones de dicho insecto, como una estrategia alternativa del manejo de esta plaga.

Cobertura vegetal presente

La permanencia de cubiertas vegetales de flora adventicia entre calles a lo largo del año es más usual en la comarca de Los Pedroches que en Deifontes, como puede verse en las Figuras 3 y 4. De hecho, en la comarca cordobesa sólo una de las seis fincas estudiadas, la convencional del paraje de Los Tirado, no sobrepasa en ninguna ocasión el 25% de área cubierta (índice 2). Sin embargo, en Deifontes, las fincas en que ocurre esto son cuatro, las tres convencionales y la ecológica del paraje de La Rambla. Esto es debido, en general, a la mayor pendiente de las fincas de Los Pedroches, que dificulta la entrada de maquinaria, y/o al aprovechamiento ganadero puntual o estable que se realiza de esta cubierta por parte de la ganadería ovina y equina.

El estilo productivo ecológico, convencional o integrado también marca las diferencias. Así, en Los Pedroches son las fincas ecológicas las que presentan sus suelos más cubiertos. De hecho, dos de las fincas ecológicas visitadas mantienen una cubierta superior al 50% (índices 4 y 5) durante seis de los siete meses en que se ha realizado el muestreo, mientras que sólo una de las convencionales en una ocasión ha logrado alcanzar el índice 4. Dado que para disminuir de forma efectiva la erosión es necesaria la cobertura de al menos el 25 % del suelo en las épocas lluviosas, principalmente otoño y primavera, hemos de valorar positivamente la frecuencia con que esto ocurre en las fincas visitadas. Así, en las fincas ecológicas de Los Pedroches en 16 muestreos de los 21 realizados se ha conseguido alcanzar el índice 3, mientras que en las convencionales solamente ha ocurrido en cuatro muestreos de los 21 realizados (Figura 3).

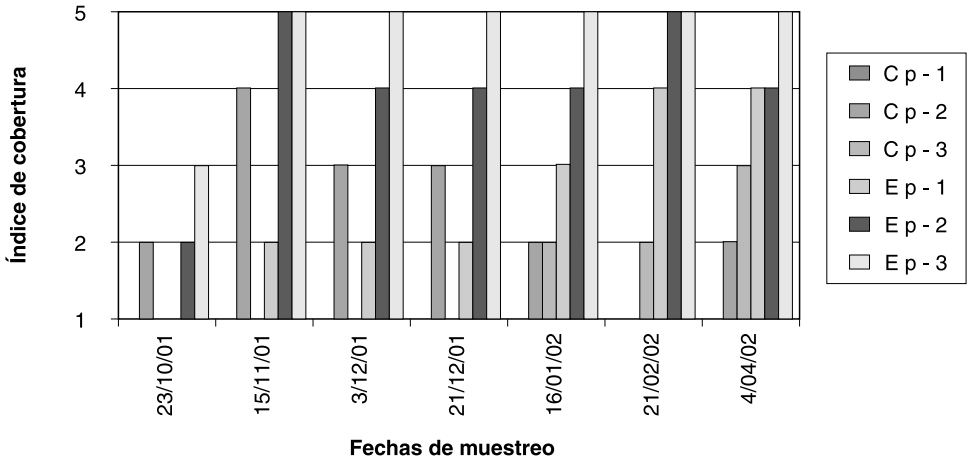


Figura 3. *Índice de cobertura vegetal de la flora adventicia en las parcelas de observación de Los Pedroches. Códigos empleados: Cp-1: Convencional de Los Tirado, Cp-2: Convencional de Los Chivatiles, Cp-3: Convencional de Los Pañeros; Ep-1: Ecológica de Los Tirado, Ep-2: Ecológica de Los Chivatiles, Ep-3: Ecológica de Los Pañeros*

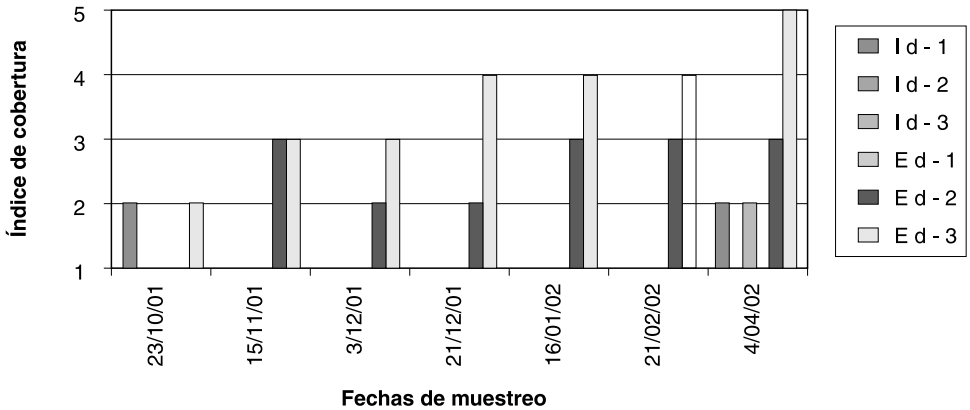


Figura 4. *Índice de cobertura vegetal de la flora adventicia en las parcelas de observación de Deifontes. Códigos empleados: Id-1: Integrada de La Rambla, Id-2: Integrada de Las Viñas, Id-3: Integrada de la Loma del galgo; Ed-1: Ecológica de La Rambla, Ed-2: Ecológica de Las Viñas; Ed-3: Ecológica de la Loma del galgo*

La situación en Deifontes es parecida en cuanto a que las fincas en producción ecológica tienen una mayor cubierta vegetal que las integradas; aunque, como ya hemos expuesto, sin llegar a los niveles de Los Pedroches. En esta zona, sólo una finca ecológica alcanza el 50% de cobertura y lo hace sólo en cuatro de las ocasiones. Ninguna finca convencional lo consigue. En cuanto a la frecuencia de muestreos en que se alcanza el 25% de cobertura es de 10 de los 21 realizados en las fincas ecológicas, y de 0 de los 21, en el caso de las fincas integradas, a pesar de ser ésta una técnica recomendada para este estilo de producción. Los problemas de erosión son por esta razón elevados, sobre todo en las parcelas integradas de la Loma del Galgo y de Las Viñas, donde existe una mayor pendiente y una menor cobertura.

En resumen, podemos concluir que las fincas de olivar ecológico poseen una mayor cobertura vegetal que las convencionales o integradas muestreadas, lo que puede estar en el origen de la mayor presencia de insectos auxiliares en el control de las plagas del olivar.

CONCLUSIONES

En el caso de Los Pedroches se verifica la importancia del manejo alternativo de la mosca del olivo mediante la colocación de las trampas tipo Olipe, ya que la finca ecológica del paraje de los tirado que colocó dichas trampas registró un daño reducido.

También, por la detección de ejemplares de *O. concolor,* en esa parcela, así como por el ejemplar colectado en la finca ecológica de Chivatiles, se vislumbra la necesidad de investigar sobre las condiciones necesarias para que este parásito, y otros aún no detectados en la zona, puedan aclimatarse y establecerse, para realizar una regulación de las poblaciones de la mosca que pueda resultar en un beneficio regional.

En Deifontes, es notable el hecho de un menor índice de picada en todas la fincas. Siendo más notoria en las ecológicas, sobre todo en aquellas con una mayor presencia de cobertura vegetal; sobre las cuales fue mayor la colecta de himenópteros. Todo lo cual motiva a realizar, en la campaña 2002, una búsqueda de los posibles enemigos naturales tanto de la mosca como del prays en ese nicho ecológico.

Al respecto, hay que subrayar el hecho de que las fincas de olivar ecológico poseen una mayor cobertura vegetal que las convencionales o integradas muestreadas.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, M., A.M. GUZMÁN, S.E., JIMÉNEZ, R. E.; C. G., GUZMÁN (2001). Rural development and ecological management of endogenous resources: The case of mountain olive tree in Los Pedroches Comarca (Spain). En *Journal of Environmental Policy and planning,* 3: 163-175.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. (2001). Propuesta agroecológica de manejo de plagas y enfermedades. En *La practica de la agricultura y ganadería ecológicas*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (C.A.A.E.), Sevilla, España.

ALVARADO, M., CIVANTOS, M.; DURAN, M.J. (1999). Plagas. En (Barranco, D., Fernández, E, R. y Rallo L.) *El cultivo del olivo*. Tercera edición. Ediciones Mundi Prensa. pp. 415-475.

BRAUN-BLANQUET, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume. Madrid.

CABALLERO, J.J.A. (2001). Control de plagas y enfermedades de olivares ecológicos en la Comarca de Los Pedroches. En *La practica de la agricultura y ganadera ecológica*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (C.A.A.E.) Sevilla, España, pp. 258-265.

CIVANTOS, M. (1998). Desarrollo de sistemas MIP (Manejo Integrado de Plagas) en el olivar. La red de ATRIAs en Andalucía. Problemática sanitaria en la producción de aceite ecológico en la provincia de Jaén. *Phytoma* España,102: 194-197.

CIVANTOS, M. (1999). *Control de plagas y enfermedades del olivar*. Ed. Consejo Oleícola Internacional, Madrid, 207 pp.

DE ANDRÉS, C.F. (1991). *Enfermedades y plagas del olivo*. Riquelme y Vargas Ediciones, Jaén.

GLIESSMAN, S.R. (1988). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press. Chelsea.

JIMÉNEZ, A., BEITIA, F., CASTILLO, E.; ESTEBAN, J. (1994). Estimación de la producción de *Opius concolor* Szep. En su cría masiva, a partir de un tamaño muestreal prefijado. *Invest. Agrar*: Fuera de serie número 2.

JIMÉNEZ, A., CASTILLO, E.; LORITE (1999). Supervivencia del himenóptero bracónido *Opius concolor* Szep. Parásito de *Dacus oleae* Gmelin. En olivares de Jaen. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 16: 97-103.

MESA, J.S. (1997). El manejo tradicional del olivo. En *Primeras Jornadas Mediterráneas del olivar ecológico*. Ecoliva 97. Tomo II. Cámara Oficial de Comercio e Industria de la provincia de Jaén, pp. 393-424.

PAJARÓN, M. (1997). Manual del olivar ecológico. En *Primeras jornadas Mediterráneas del olivar ecológica*. Ecoliva 97. Tomo II. Cámara Oficial de Comercio e Industria de la provincia de Jaén, pp. 137-168.

RODRÍGUEZ, N.J.D. (2000). Estudio y control de las plagas y enfermedades del olivar en la A.T.R.I.A. (Agrupación para Tratamientos Integrados) La Loma Ubeda II en Ubeda (Jaén) en la Campaña de 1999. Tesis Master of Science en Olivicultura y Elaiotecnia. Universidad de Córdoba.

SERRANO, A.M.C. (2001). *Evaluación de la sostenibilidad del manejo ecológico, integrado y convencional del olivar en la Comarca de Iznalloz (Granada)*. Trabajo Profesional de Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Uso de fitosanitarios naturales en el control ecológico del minador de los cítricos en plantones de mandarino

A. DOMÍNGUEZ GENTO[1], E. LANCHAZO[2], J. ARMENGOL[3], J.M. CAROT[4]

[1] Estació Experimental Agrària de Carcaixent; Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent; tf: 9624304 00; e-mail: *esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es*; *alfonsdgen - to@wol.es*
La Vall de la Casella, Coop.V.; Felip II, 31, 46600 Alzira; *lacasella@wanadoo.es*
[2] Ecomediterània, Coop.V.
[3] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia (U.P.V.)
[4] Universidad Politécnica de Valencia, Camí de Vera, s/n, Valencia; tf: 96 387 73 47; *jcarot@eio.upv.es*

RESUMEN

En este trabajo se compara la eficacia de cuatro productos naturales, tres derivados de plantas (extracto de neem, azadiractina y extracto de ajo), y uno de origen mineral (aceite parafínico), en el control del minador de las hojas de los cítricos, en plantones de mandarinas Beatriz y Orogrande conducidos de forma ecológica. A la vista de los resultados, el control más efectivo fue ejercido por la azadiractina, aunque el resto tenía un comportamiento similar en cuanto a la reducción del daño foliar. Se puede afirmar que cualquiera de los cuatro tratamientos fueron suficientes para controlar la población del insecto, aunque el daño no parece haber reducido la capacidad de crecimiento en los plantones testigo.

INTRODUCCIÓN

Phyllocnistis citrella Stainton, es un microlepidóptero perteneciente a la familia Gracillaridae comúnmente conocido con el nombre de «minador de las hojas de los cítricos» (GARIJO y CASTILLO, 1994).

Este microlepidóptero apareció por primera vez en España en agosto de 1993 en la provincia de Málaga (GARIJO y GARCÍA, 1994), extendiéndose rápidamente por toda la zona citrícola española (GARCÍA MARÍ y col., 1997). Aún viviendo sobre huéspedes diversos, tiene marcada preferencia por aquellos que pertenecen a la familia botánica de las Rutáceas y, dentro de ellos, a los que pertenecen al género *Citrus* (GARRIDO, 1995). Presenta siete estados morfológicos: huevo, tres estados larvarios (ápodas), un estado adulto preninfal, un estado ninfal y el adulto.

El adulto o imago es el único estado que se desplaza entre plantas y mide unos 3 mm. Son de color plateado con unas bandas amarillas y, al final de las alas, tienen unas manchas negras y un fleco de pelos. Las hembras tienen actividades noctumas y crepusculares. Ésta realiza las puestas debajo de las hojas más pequeñas de los brotes tiernos (GARRIDO y col., 1998), cerca del nervio central del haz o envés, desde la aparición de los primordios foliares hasta que éstas tienen un tamaño de unos 3 cm.

El número de generaciones de *P. citrella* oscila entre 5 y 13 (GARRIDO y GARCÍA, 1994); coexistiendo todos las fases evolutivas simultáneamente en todas las épocas de año, siendo sus poblaciones perceptibles a partir de junio y llegando a ser máximas a mediados de julio.

Después de la eclosión la larva traspasa la epidermis, se sitúa debajo de ésta y empieza a alimentarse y a formar la mina. El ciclo del minador de los cítricos es muy dependiente de la temperatura ambiental, pudiendo alargarse hasta más de 60 días en invierno y acortarse a unos 12-15 días en verano.

Los daños se producen de forma casi exclusiva en brotes tiernos, donde se realizan las puestas, principalmente en el limbo. Las larvas de *P. citrella* en sus distintos estadios excavan galerías subepitelias, desarrollando su actividad alimenticia que afecta a hojas jóvenes (incluso hojas adultas), brotes en crecimiento y en ocasiones a pequeños frutos recién cuajados.

La larva separa la cutícula del parénquima, excavando una galería sinuosa, que toma aspecto plateado debido a la penetración del aire. La cutícula se rompe con facilidad y al contacto con el aire y con exposiciones solares, se produce desecación, necrosis, rotura de trozos vegetales y finalmente desprendimiento de las hojas, y si se quedan en los brotes, éstas no realizan la fotosíntesis.

Cuando las hojas no soportan mucha población, pueden alcanzar su tamaño definitivo y, aunque en ellas se observen daños propios de las larvas, son aptas para realizar la función clorofílica, sin que repercuta mucho en el desarrollo vegetativo de las plantas.

Así pues, la acción del minador sobre el sistema foliar presenta un doble aspecto, uno cuantitativo de pérdida de masa foliar, y otro cualitativo de disminución o pérdida de capacidad fotosintética del árbol, por lo que éste perderá vigor, y en consecuencia se verá reducida su productividad. La gravedad de los daños evoluciona progresivamente a lo largo del año, hasta alcanzar un nivel máximo en las brotaciones de final de verano y otoño (GARIJO y GARCÍA, 1994).

A pesar de que en un inicio fueron grandes los esfuerzos por introducir parasitoides específicos (GARCÍA MARÍ y col., 1997), parece que hoy el control ejercido por éstos y por los autóctonos que se han adaptado a su ciclo ha ido en aumento, controlando gran cantidad de población. Su importancia ha ido disminuyendo, sobre todo en plantaciones adultas, en las que no es considerada más que un problema «estético», sin influir al parecer en la producción final. No obstante, hay situaciones en las cuales sí que puede ser interesante su control externo como los plantones o reinjertadas donde las brotaciones tiernas suelen ser abundantes, y tiene gran importancia el crecimiento rápido de la planta.

El presente trabajo se ha enfocado para probar distintos tratamientos con fitosanitarios naturales permitidos en el Reglamento (CEE) 2092/91(y posteriores) de la producción ecológica, para ayudar al manejo ecológico de este insecto en estas situaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las parcelas ecológicas de la cooperativa La Vall de la Casella, situadas en Alzira (València), dentro de la línea experimental de citricultura ecológica junto a la cooperativa Ecomediterrània, Coop.V.

El material vegetal utilizado para la experiencia corresponde a plantones de mandarino de la variedad Beatriz y Orogrande, injertadas ambas variedades de Clementinas en el patrón Citrange Carrizo.

En el momento de realizar la experiencia los plantones tenían 2 años, de los cuales el primero lo pasaron en vivero y el segundo ya en campo, concretamente la plantación se realizó en junio de 1999. El agua de riego se aplicó de forma localizada a través de un sistema de riego por goteo.

Se ejecutó un diseño del ensayo en cuatro bloques al azar (2 por cada variedad), con tres repeticiones por bloque en la variedad Orogrande y cuatro en la variedad Beatriz, dejando siempre una fila de árboles como borde en cada parcela.

Los insecticidas utilizados están reflejados en la Tabla I. Como mojante en los tratamientos con mochila se utilizó jabón potásico (pasa emulsionable) junto a aceite de colza (líquido soluble), a dosis muy bajas (0,3-0,5%) para que no interfirieran en los resultados.

Tabla I. Descripción de las materias activas y tratamientos del ensayo.

TRATAMIENTO	FORMU-LACIÓN	CASA COMERCIAL	DOSIS DE APLICACIÓN	FORMA DE APLICACIÓN
EXTRACTO DE AJO	LÍQUIDO SOLUBLE	Biagro	1,5 %	Pulverización en mochila de 15 L
EXTRACTO DE NEEM	LÍQUIDO SOLUBLE	Biagro	0,3 %	Pulverización en mochila de 15 L
AZADIRACTINA (A PARTIR DEL NEEM)	LÍQUIDO SOLUBLE	Sypcam-Inagra	Sin diluir (concentrado)	Pintura en tronco joven (banda de 10 cm)
ACEITE PARAFINICO	LÍQUIDO SOLUBLE	Insecticidas Albelda	1,25%	Pulverización en mochila de 15 L
TESTIGO				

Se realizaron siete tratamientos con estas materias activas, a excepción de la azaradactina[1].

El comienzo de los tratamientos fue el 2 de junio, con la brotación de verano ya iniciada, habiéndose observado vuelos de adultos abundantes en días anteriores, y las primeras puestas; en estas condiciones de brotes tiernos y calor, el riesgo de daño era alto. La finalización de los tratamientos coincidió con la finalización de la brotación de verano (el último tratamiento fue el 20 de julio, cuando todas las hojas de los brotes tenían más de 5 cm). La cadencia de los tratamientos (entre 7 y 12 días) estuvo marcada por el ciclo biológico del minador. La población del minador crece en proporciones no previstas, pasando de casi no apreciarse daños a finales de mayo o principios de junio, a estar los árboles totalmente ocupados a partir de mediados de junio en las condiciones climáticas valencianas, completando su ciclo evolutivo en un máximo de 10-11 días.

Para evaluar la eficiencia de los tratamientos, se observaron los plantones de los cítricos uno por uno, identificando la nueva brotación. Una vez identificado el nuevo brote se contaban las hojas que lo componían y se anotaban cuántas de ellas estaban atacadas y cuántas no, indicando si el minador estaba vivo o muerto.

En la observación se consideró que eran individuos vivos aquellos en los que la hoja presentaba la larva viva o aquella hoja que mostraba la galería completa y además presentaba un orificio, síntoma que el minador había completado su ciclo de larva y había salido ya como adulto.

Por otro lado estaban las hojas en las que se consideró que el individuo había muerto cuando la hoja presentaba galerías inacabadas, incompletas, hojas que presentaban galería que contenía en su interior la larva muerta o aquéllas hojas en las que se notaba la puesta del adulto, como una pequeña picadura y se había detenido ahí su desarrollo.

Finalizada la brotación de verano, se anotó los centímetros que medía cada brote de todos los plantones presentes en nuestro ensayo, para evaluar si los tratamientos habían influido en el crecimiento de éstos.

Dado que la eficacia, en el caso del minador, no es suficiente para evaluar si realmente es efectivo el tratamiento, se evaluó el daño que cada plantón había padecido. Para ello se observaron las hojas de cada brote y el daño se calificó con la siguiente escala de valores:

Tabla II. Niveles de daño utilizados para valorar la infestación

NIVEL DE DAÑO	DAÑO VALORADO EN LA HOJA
0	Hoja sin superficie foliar afectada
1	Hoja con 0-25% de superficie foliar afectada
2	Hoja con 25-50% de superficie foliar afectada
3	Hoja con 50-75% de superficie foliar afectada
4	Hoja con 75-100% de superficie foliar afectada

El tratamiento de datos fue el siguiente:

– Para el cálculo de la **eficacia** se aplicó la fórmula de Abbot:
  %EFICACIA = Vt – V / Vt x 100
  Vt: número de individuos vivos en el testigo.
  V: número de individuos vivos en el tratamiento.

– Para el cálculo de la **infestación** o daño foliar se aplicó la fórmula de Townsend-Heuberger:
  %INFESTACIÓN = $\Sigma (N \cdot V) / n \times 100$
  N: número de hojas.
  V: valor representativo del nivel de daño producido (0,1,2,3 ó 4).
  n: máximo valor de daño (en nuestro caso el 4).

– Para el cálculo de los **parámetros de crecimiento** del árbol (longitud, número de hojas y número de brotes), así como en los individuos muertos, se calcularon las medias en las respectivas variedades obteniendo un valor numérico.

Ya que la pauta de distribución de las poblaciones de insectos sobre las plantas raramente siguió la distribución normal, para realizar el estudio estadístico de los resultados se tuvieron que realizar una serie de transformaciones. Por ejemplo, en resultados que eran un valor numérico le hemos aplicado la transformación logarítmica **lg(x+1)**. En el caso de los resultados que eran porcentajes se le aplicó la transformación **x = arc sen p**.

En todos los casos se ha aplicado un análisis de la varianza, para observar las diferencias estadísticas entre los tratamientos para las distintas variables. El test con el que se valoraba era el LSD, con un 95% de significación.

Por último, se ha aplicado un Análisis Discriminante. El objetivo de este método estadístico es buscar las variables que más diferencias presentan entre tratamientos, lo cual se hace a través de una combinación lineal de las mismas.

RESULTADOS

En el conteo de individuos la menor presencia de individuos vivos se obtuvo en el tratamiento con azadiractina y el menor número de individuos muertos en el testigo como se ve a continuación:

Tabla III. Resultados de la eficacia de los distintos tratamientos, así como de los individuos vivos y muertos

VARIEDAD	BEATRIZ			OROGRANDE			MEDIA	
TRATAMIENTO	VIVOS	MUERTOS	EFICACIA (%)	VIVOS	MUERTOS	EFICACIA (%)	VIVOS	MUERTOS
AJO	0,66 b*	1,36 b	66,64 a	0,68 a	1,38 b	87,14 a	0,67 a	1,37 bc
ACEITE	0,77 b	0,82 b	62,59 a	1,29 a	1,14 b	77,05 a	1,02 a	0,98 ab
AZARADACTINA	0,48 b	2,70 a	75,45 a	0,25 a	1,93 b	95,29 a	0,37 a	2,32 c
NEEM	1,05 b	0,98 b	48,54 a	0,75 a	1,44 b	87,55 a	0,90 a	1,21 ab
TESTIGO	1,98 a	0,97 b	0 b	5,54 b	0,31 a	0 b	3,76 b	0,66 a

* Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a P< 0.95% de significación, según el ANOVA con test LSD.

En cuanto al efecto de los tratamientos sobre la vegetación, tenemos que indicar que ninguno de los tratamientos ha afectado al desarrollo vegetativo de los plantones, ya que no difieren estadísticamente de los plantones que actuaron como testigo, salvo en el caso de las hojas por brote para el ajo en Clemenules. En las Figuras 1 y 2 se detallan alguno de estos resultados, en los que se puede observar cómo el ajo parece tener una tendencia a disminuir el desarrollo, aunque no se llegasen a observar diferencias significativas remarcables respecto al testigo.

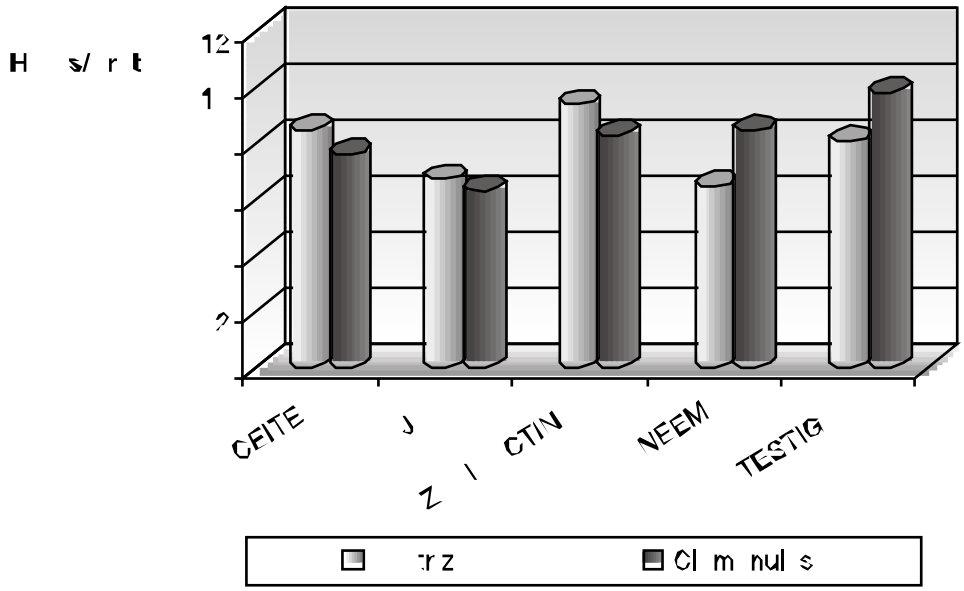


Figura 1. *Media del número de hojas por brote en los plantones objeto de estudio (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a P< 0.95% de significación, según el ANOVA con test LSD)*

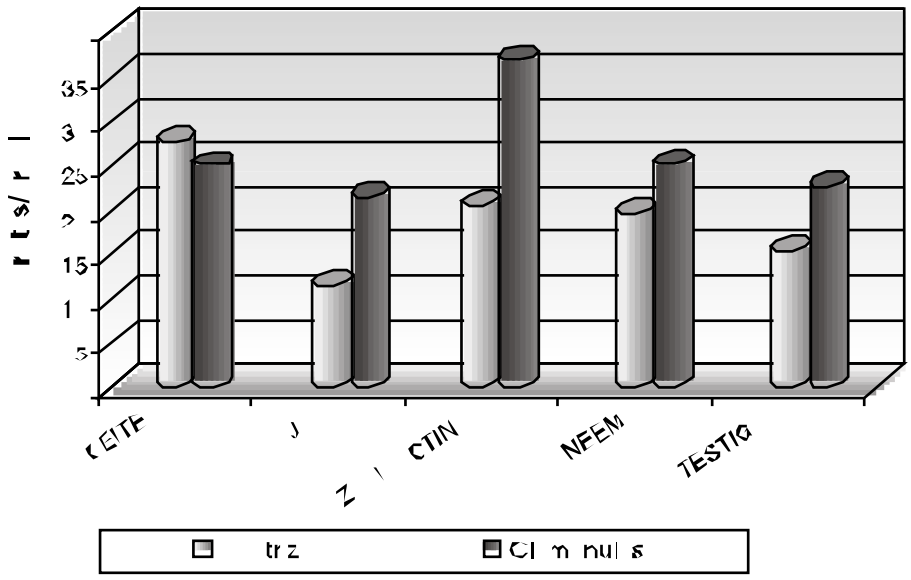


Figura 2. *Media del número de brotes por árbol en los plantones objeto de estudio (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a P< 0.95% de significación, según el ANOVA con test LSD)*

Los resultados obtenidos en el daño producido en la superficie foliar de los plantones han sido los siguientes:

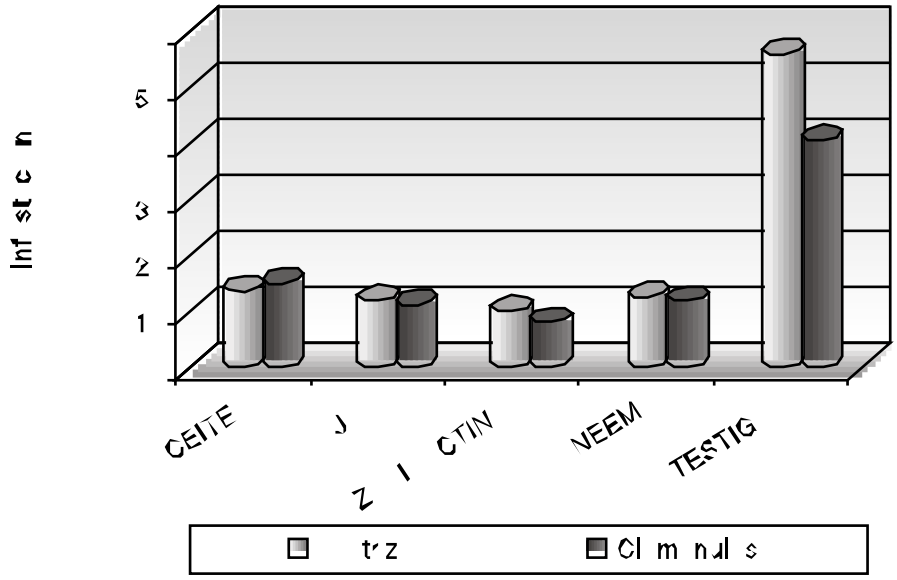


Figura 3. *Infestación en los plantones tratados y los testigos, obtenida a partir de los niveles de daño en la superficie foliar. Puede observarse que el los testigos se aproxima al 50% de infestación, difiriendo de todos los tratamientos (Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente a P< 0.95% de significación, según el ANOVA con test LSD)*

Como se puede observar la diferencia de los tratamientos empleados en el ensayo y los plantones testigo es clara. Entre los tratamientos no existen diferencias significativas, pero se puede afirmar que en el tratamiento de azadiractina el daño del minador ha sido menor, ya que la mayoría de las hojas estaban situadas en niveles de 0 y 1 tal como puede observarse en las figuras 4 y 5. En estas se puede comparar la distribución por niveles de daño, en donde realmente se diferencian los tratamientos y, fundamentalmente el testigo (siendo el único que alcanza niveles de daño 3 y 4 considerables).

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Como variables se han escogido aquellas que, a priori, puedan parecer más interesantes a la hora de interpretar y tipificar los tratamientos y el crecimiento del árbol. Así, hemos escogido las siguientes: longitud del brote, nº de hojas por brote, nº de brotes por árbol, eficacia sobre la infestación, nº de formas vivas y nº de formas muertas; cada una de éstas se ha valorado con su transformación pertinente.

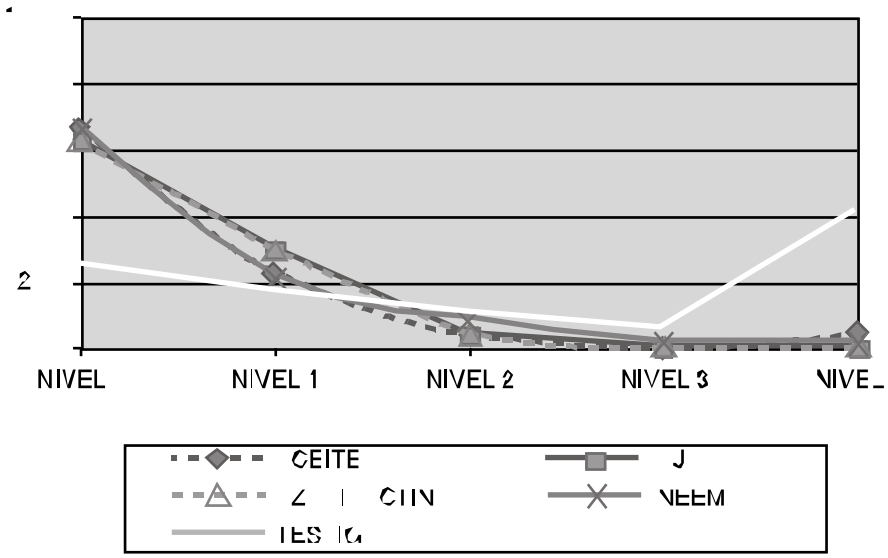


Figura 4. *Distribución de la infestación en los diferentes niveles de estudio, para la variedad Beatriz. Puede observarse que el testigo tiene una mayor cantidad en los últimos niveles (de mayor daño foliar) que los tratados, y una menor proporción en los niveles inferiores. Los de menor daño serían el ajo y la azadiractina, ambos con la mayor parte de la distribución en los niveles 0 y 1*

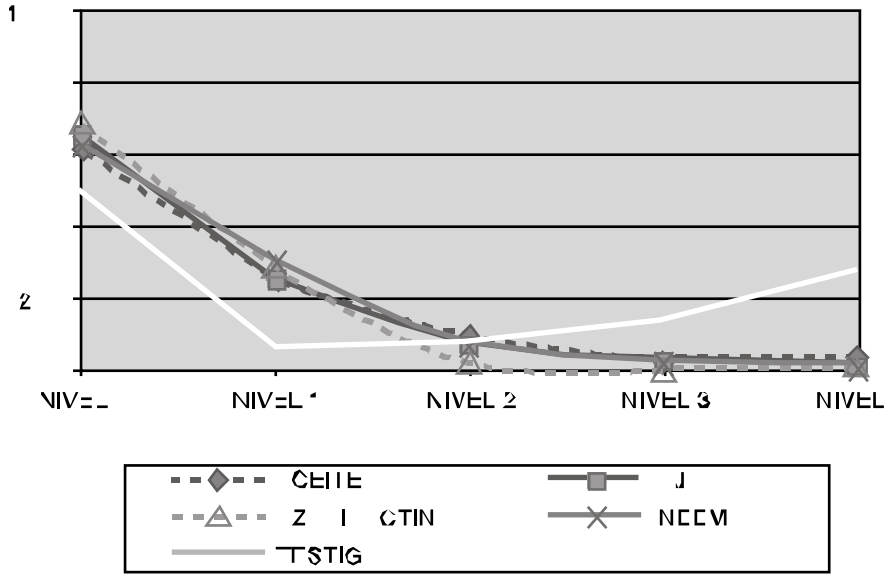


Figura 5. *Distribución de la infestación en los diferentes niveles de estudio, para la variedad Orogrande. El testigo se comporta como en el caso de la Beatriz. En este caso el de menor daño sería la azadiractina, pues el resto sigue idénticas pautas*

Variable clasificada: TRATAMIENTO
Variables independientes:
LOG BROTES_ARBOL
LOG HOJAS_BROTE
LOG HOJAS_ARBOL
LOG VIVOS
LOG MUERTOS
Eficacia

A la vista de los resultados, se han encontrado dos funciones discriminantes significativas que recogen el 97% de la información de los datos originales.

La primera función (en forma estandarizada) es:

0,11 * brotes/árbol + 0,10 * Log hojas/brote - 0,48 * Log hojas/árbol + 0,65 Log vivos – 0,37 Log muertos - 0,56 * eficacia sobre infestación

y la segunda:

-0,60 * brotes/árbol –0,87 * Log hojas/brote – 0,01 * Log hojas/árbol –0,22 Log vivos – 0,35 Log muertos - 0,37 * eficacia sobre infestación

Dado que los coeficientes son ponderados, su valor absoluto nos indica cuales de ellos tienen más peso. Así se observa como, en el primer caso, los minadores vivos, la eficacia sobre la infestación y las hojas por árbol tienen un peso relativo superior al resto, mientras que podríamos considerar que tanto los brotes por árbol como las hojas por brote no tienen apenas importancia a la hora de separar los tratamientos del testigo. En el caso de la separación de los tratamientos entre sí, la función que parece determinarlos es la 2ª, donde tienen un gran peso específico las hojas por brote y los brotes por árbol, aunque también deberían considerarse la eficacia sobre la infestación y los minadores muertos.

En la tabla IV, el método clasifica los dato observados en grupos. Puede verse qué tratamientos son parecidos a través de la valoración porcentual (a mayor porcentaje, mayor parecido entre tratamientos).

Tabla IV. Clasificación de los tratamientos, según el análisis discriminante aplicado (Porcentaje de casos correctamente clasificados: 62,71%)

TRATAMIENTO ACTUAL	TRATAMIENTO PREDICHO				
	ACEITE	AJO	AZADIRACTINA	NEEM	TESTIGO
ACEITE	4 33.33%	2 16.67%	1 8.33%	4 33.33%	1 8.33%
AJO	0 0%	6 50.00%	2 16.67%	4 33.33%	0 0.00%
AZADIRACTINA	0 0.00%	0 0.00%	11 91.67%	1 8.33%	0 0.00%
NEEM	0 0.00%	2 18.18%	2 18.18%	7 63.64%	0 0.00%
TESTIGO	2 16.67%	1 8.33%	0 0.00%	0 0.00%	9 75.00%

Como puede observarse, si nos basamos en los resultados obtenidos en la tabla anterior, el tratamiento de aceite se asemeja al del neem, y éste al del ajo y viceversa. El testigo y la azadiractina, por su lado, son los que más se distinguen del resto. Esto puede observarse también en la figura 6, donde la función del eje de las x distingue entre el testigo y los tratamientos y la del eje de las y entre éstos últimos, de los cuales sobresale la azadiractina.

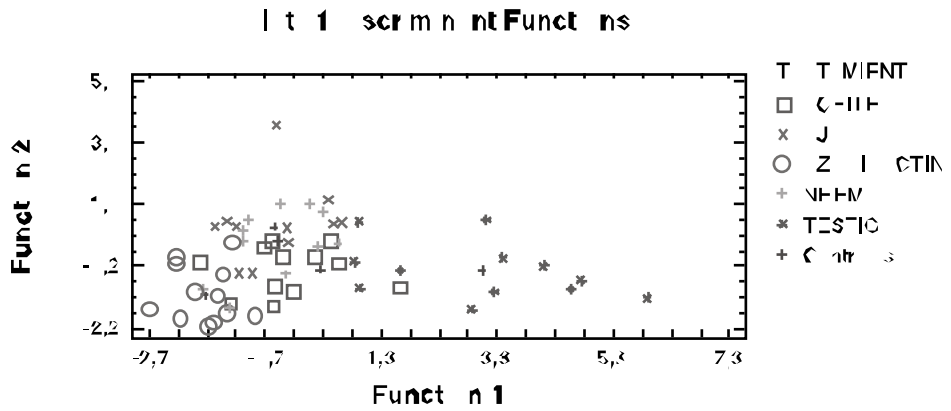


Figura VI: *Gráfica obtenida por análisis discriminante, donde la función del eje de las x distingue entre el testigo y los tratamientos, y la función del eje de las y los propios tratamientos entre sí*

Estos resultados corroboran los obtenidos en los análisis de la varianza realizados anteriormente, en los cuáles también resalta el tratamiento con azadiractina del resto, aunque sin demasiadas diferencias; por otro lado, todos se distinguen del testigo.

CONCLUSIONES

1. Los plantones tratados han sufrido un menor daño, tanto en porcentaje de eficacia como en superficie foliar dañada o infestación.
2. El mejor resultado ha sido el obtenido con el tratamiento de azadiractina. En ambas variedades se ha comportado de manera muy satisfactoria en cuanto a la mortalidad de individuos. El daño ocasionado en la mayoría de las hojas de los brotes ha sido inferior al 25% de la superficie foliar, no viéndose de este modo afectada la realización de la fotosíntesis. Este resultado puede tener relación con la sistemia comprobada de este preparado natural puro, extraido a partir del neem, ya que las larvas jóvenes de los insectos ya dentro de las minas se veían afectados tan sólo por este tratamiento (se iniciaba la galería y morían al poco de entrar en contacto con el producto). Podría también recomendarse para otros minadores o insectos de difícil control con insecticidas naturales de contacto (la mayoría).
3. El resto de tratamientos tienen comportamientos similares entre sí, no difiriendo de la azadiractina más que en el nº de minadores muertos y los niveles de daño. Habría que calcu-

lar los costes económicos en posteriores ensayos de campo, ya que la mayor frecuencia de estos tratamientos puede decantar la balanza hacia el pintado de troncos con azadiractina.

4. Con respecto a la disminución de la superficie foliar útil, controlada con el conteo de hojas, brotes y longitud de los brotes, podemos indicar que los tratamientos no han influido de manera negativa en el desarrollo de estos, ya que las medias obtenidas eran muy similares al testigo, si exceptuamos al ajo. Hay que señalar que, al observar en campo los plantones tratados con ajo, parecía existir un efecto reductor, plasmado en los resultados obtenidos en el nº de hojas y brotes. Se debería realizar posteriores experiencias para confirmar o desmentir este efecto.

Dadas las particularidades biológicas del minador, no se debe recomendar ningún tratamiento hasta que las condiciones de temperaturas y brotaciones jóvenes dejen observar los inicios de daño en hojas. Debe, a su vez, interrumpirse cualquier tratamiento en el momento en que las hojas superen los 5 cm y se endurezcan.

Las situaciones recomendables en las cuales podríamos hacer uso de estos tratamientos serán aquellas en los que los daños superan el nivel de estéticos y el control biológico natural no es suficiente. Suele ser así en algunas situaciones especiales, como los plantones o las reinjertadas, donde las brotaciones tiernas suelen ser abundantes y tiene gran importancia el crecimiento rápido de la planta.

AGRADECIMIENTOS

A los agricultores La Vall de la Casella y Ecomediterrània, Coop.V.

Este ensayo forma de las líneas experimentales apoyadas por la Conselleria de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO LASSALA, F. (1994). El minador de las hojas. Nuevo problema en los cítricos; El agricultor cualificado nº 0, p. 46-50.

GARCÍA MARÍ, F.; COSTA COMELLES, J.; VERCHER, R.; CASTRILLÓN, D.; OLMEDA, T.; GARRO, R.; ALONSO, D. (1997). Lucha biológica contra el minador; Levante Agrícola nº 339, pp. 122-127.

GARIJO, C.; CASTILLO (1994). Aspectos biológicos y enemigos naturales del minador de las hojas de los cítricos encontrados en España; Levante Agrícola nº 330, pp. 13-20.

GARIJO, C.; GARCÍA, J. (1994). Minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton); Phytoma España nº 58.

GARRIDO, A. (1995). El minador de las hojas de los cítricos: estado actual y evolución futura; Levante Agrícola nº 330; pp. 11-12.

GARRIDO, A.; JACAS, J.; MARGAIX, C.; TADEO, F. (1998). Biología del minador de las hojas de los cítricos; Levante Agrícola nº 343; pp. 167-170.

NOTAS

[1] Siguiendo las instrucciones del fabricante, la azadiractina se pintó en tronco tres veces, una primera al inicio de los demás tratamientos (en los primeros síntomas de daño), una segunda a los 15 días de la 1ª, y una tercera vez a los 30 días de la 2ª. Se pintaba una banda de unos 10 cm de tronco, todo alrededor, siempre que la corteza estuviese verde o, al menos, no estuviese endurecida (es decir, que tuviera posibilidad de absorber el producto, aprovechando las propiedades sistémicas del producto).

Estudio comparativo entre un manejo agroecológico de plagas *Coccidae* y *Orthezidae* y uno unilateral, químico, en naranjos y olivos

ENRIQUE ZÚÑIGA[1], JENIFFER SCHEFFELT[2] Y GINO PIZARRO[3]

[1] Universidad del Mar, Chile. ezuniga@udelmar.cl. Miembro del CYTED. Red Iberoamericana de Agricultura y Ganadería sostenible
[2] Egresada Agronomía U del Mar. jscheffelt@hotmail.com
[3] U. Mayor, Chile

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar métodos de lucha alternativos al control químico convencional contra plagas de creciente agresividad en frutales de hoja persistente, se condujo experimentos de estrategias agroecológicas o biorracionales, en el norte y centro de Chile.

En olivos la plaga más severa, en el extremo norte, es la *Orthezia olivicola* Beingolea, conocida como «Conchuela móvil» y en naranjos, la plaga más severa es la conchuela negra *Saissetia oleae*. Ambas especies atacan hojas, brotes y ramillas, succionando la savia de los árboles y excretando mielecilla, que permite el desarrollo de hongos saprófitos, que perjudican la fotosíntesis y manchan los frutos; pudiendo hasta provocar caída de hojas y muerte de ramas.

Contra ambas plagas, se llevó a cabo experiencias de laboratorio y de campo, comparando un producto químico de amplio uso en el país en base al carbamato, methomilo (90SP), contra *Ortehezia* y el organofosforado chlorpyrifos (48 EC) contra *Saissetia*. Como productos alternativos contra el Orthezidae en olivos se ensayó principios activos selectivos: ácidos grasos, aceite mineral Sunspray y detergente líquido (lava lozas); todos ellos como aspersión diluida a la parte aérea de los olivos. Contra *Saisstetia* en naranjos, se evaluó como principio activo selectivo los ácidos grasos, también al follaje.

En la experiencia contra *Ortezia* la eficacia de los productos fue evaluada muestreando hojas y analizando la mortalidad a los 7, 14 y 21 días postaplicación. La mortalidad se determinó revisando 50 individuos inmaduros y 50 adultas. La efectividad de los productos selectivos contra especímenes inmaduros, fue mayor con los ácidos grasos (a una dosis de 1,6%) y con el detergente líquido (al 1,5%) a 7 y 14 días postaspersión. Estos tratamientos no fueron estadísticamente diferentes del methomilo al 0,06%.

Los adultos de orteziidae fueron algo menos sensibles a los productos selectivos; no en tanto los ácidos grasos fueron igualmente efectivos que el producto químico. Aceite mineral al 3,25 % resultó el producto menos eficaz. Notablemente, los productos selectivos, no afectaron el nacimiento del controlador natural *Gitona sp.* mientras methomilo no permitió su sobrevivencia según evaluado en muestras desde el campo.

Luego de este primer ensayo, se llevó a cabo, en la región Central de Chile, una experiencia de campo contra la *Saissetia oleae* en naranjos, en la que se consideró otras estrategias de manejo agroecológico junto con la aplicación de ácidos grasos. Entre las estrategias agroecológicas o Biorracionales se incluyó otras medidas, complementarias, como el control biológico inoculativo, cultural, manejo de vegetación noble y control de hormigas.

Al cabo de una primera etapa de la experiencia, considerando los tratamientos en verano a) convencional con chlorpyrifos y herbicidas contra la vegetación noble y b) con ácidos grasos complementado con las medidas opus cit. no hubo diferencia estadística entre ambas estrategias, en cuanto a mortalidad de conchuelas: lo cual es relevante al momento de considerar un cambio hacia una metodología agroecológica. Además, hay diferencias a nivel de parasitoides; una presencia inicial del parasitoide en naranjos, en la estrategia agroecológica y un notable establecimiento de *Metaphycus sp* en la vegetación del *Oleander*. Diferencias mas relevantes se espera dentro del segundo año del inicio de las medidas agroecológicas.

MATERIAL Y MÉTODO

Experiencia de manejo de conchuela móvil del olivo

Evaluación en macetas, en el campo (valle de Azapa), norte de Chile.

Con el propósito de verificar el efecto del metomilo (SP 90) y sustancias selectivas como ácidos grasos, detergente lavalozas y aceite mineral Sunspray Ultrafine, se asperjó sobre quince plantas de olivo –por repetición– infestadas en macetas. Se registró el total de individuos juveniles muerto, hasta un total de 40 por ramilla (vivos y muertos),al azar, por repetición.Los datos se expresan en porcentajes del total.

En la Tabla I se presenta una relación de los tratamientos evaluados.

Tabla I. Aspersión de olivos en macetas, productos y dosis

Tratamientos	Productos	Dosis
SELECTIVO	Ácidos grasos	2 l/100l
CONVENCIONAL	Aceite mineral más Chlorpyriphos	1,5 l/100l 0,12 l/100l

Experiencias de manejo de conchuela negra en naranjos

También se evaluó tres sistemas o tácticas de manejo de la Conchuela Negra del Olivo; un sistema o tipo de táctica biorracional; y uno convencional; manejando en cada uno de ellos diferentes estrategias metodológicas.

Tácticas y estrategias adicionales o complementarias

Táctica de Manejo Agroecológico o Biorracional de Plagas (M.B.P)

Incluyó las siguientes estrategias: Aspersión de producto natural en base a Ácidos Grasos. Estrategias complementarias como son: liberación inoculativa del parasitoide *Metaphycus sp;* establecimiento de plantas de *Nerium oleander* en el huerto, para facilitar la colonización y reservorio para aquellos; la mantención de vegetación noble como: *Brassica rapa, Raphanus raphanistrum* y *Malva nicaensis,* para aporte de néctar para biorreguladores; *el* corte del follaje inferior(«rebaje de faldas»), para evitar el contacto con el suelo, y así el ascenso de hormigas; eliminación de las ramillas más invadidas por la conchuela y la aplicación de bandas pegajosas para evitar el tráfico de hormigas por el tronco.

Táctica de Control Químico Convencional (C.Q)

Aplicación del producto químico, chlorpyriphos (i.a), Cyren 48E, el cual se utilizó reforzando la acción del aceite mineral. En este tratamiento se contempló otra estrategia convencional, como eliminación de la vegetación espontánea.

Establecimiento del ensayo

Se seleccionó como unidad de experimentación, dos sectores de 60 árboles cada uno, para cada tratamiento. Luego se marcó al azar cinco árboles de infestación y características de desarrollo vegetal similares para cada tratamiento y repetición.

Marcación de colonias de S. oleae

Para tener claridad de resultados, en término de efecto mortal por los productos, en el primer muestreo; en cada tratamiento se marcó 10 hojas por árbol, tomadas cada una al azar; y en cada hoja se marcó una colonia de 10 conchuelas vivas de Primer instar, circundándolas con lápiz pasta.

Bioensayo de dosis de producto natural y pesticida químico

Con el propósito de redefinir dosis, luego de la primera aspersión,se tomaron plantas de Laurel de flor previamente infestadas ex profeso con *S.oleae,* para asperjarlas con diferentes dosis del producto natural y con la dosis recomendada por el fabricante para el pesticida químico. Evaluando, en condiciones de campo, la mortalidad al cabo de siete días.

Dosis ensayadas en los tratamientos

Tabla II. Primera aspersión, productos y dosis

Tratamientos	Productos	Dosis
M.B.P	Ácidos Grasos	1,7 l/100l*
C.Q	Aceite mineral más Clorphyriphos	1,5 l/100l 0,12 l/100l

* Dosis recomendada por el fabricante

Después de noventa días de realizada la primera aspersión (Tabla II) se hizo una segunda (Tabla III), ya que las conchuelas alojaron huevos durante tres meses y los productos son de menor residualidad

Tabla III. Segunda aspersión, productos y dosis

Tratamientos	Productos	Dosis
M.B.P	Ácidos Grasos	2,5 l/100l
C.Q	Aceite mineral más Clorphyriphos	1,5 l/100l 0,12 l/100l

Se realizó una tercera aspersión de productos (Tabla IV), después de un año realizada la primera, en el momento en que se había completado la ovipostura, y cuando no se encontraba ya ninfas vivas, bajo su caparazón.

Tabla IV. Tercera aspersión, productos y dosis

Tratamientos	Productos	Dosis
M.B.P	Ácidos Grasos	2 l/100l
C.Q	Aceite mineral más Clorphyriphos	1,5 l/100l 0,12 l/100l

Control de hormigas

En el Manejo Biorracional o agroecológico se evitó el ascenso de hormigas hacia ramas y follaje. Para ello, se aplicó Point Sticky Glue alrededor del tronco, formando una barrera pegajosa, para atrapar insectos. También se hizo el rebaje de las ramas, ya explicado.

Control y corte de la vegetación espontánea

Cada seis meses en el Tratamiento de Control Químico, para el control de malezas, se aplicó glifosato a una dosis de 1lt/100lts; tanto entre hilera como sobre ella, dejando el suelo totalmente limpio de vegetación espontánea. En cambio en el agroecológico, cada dos meses, se cortó la vegetación presente, con el uso de una cegadora u orilladora de pasto, manteniendo sí, algunas nobles (yuyo, rábano, malva) como reservorio y alimento (néctar) disponible para los biorreguladores.

Colecta y Liberación Inoculativa de parasitoides

En los meses de febrero, marzo y diciembre (verano), se colectó ramillas de *Pitosporum sp* atacadas por *Saissetia oleae* en la ciudad de Valparaíso, en las cuales se observaba orificios ocasionados por *Metaphycus* sp. En el campo se instaló dos bandejas plásticas en el sector con sistema Agroecológico, a razón de 1 por cada cuatro árboles y a 1,2 m del suelo. En cada bandeja se colocó 45 ramillas de *Phytosporum sp* infestado, en bolsas de papel. En el pedestal se pintó un anillo con grasa lubricante, para evitar el ascenso de hormigas.

Control cultural

En el sector agroecológico, en verano, se cortó o podó los brotes más atacados por *S. oleae*, favoreciendo así, el ingreso de luz y aire al interior del árbol, para desfavorecer la colonización de la plaga. A fines de verano se podó aquellas ramas en contacto con el suelo; trabajo conocido como rebaje de faldas.

Muestreos post aspersión

- Primera Aspersión, verano 2001
  Al cabo de quince días de la primera aspersión se revisó, in situ las conchuelas en las hojas marcadas. A treinta días de la aspersión se volvió a muestrear tomando diez hojas por árbol, al azar a la altura del observador; esto se hizo circundando cada uno de los árboles.

- Segunda Aspersión (de otoño)
  A treinta y dos días de realizada la aspersión (otoño), con igual sistema de muestreo de verano, realizada para observar la mortalidad de la plaga, en segundo instar.

- Tercera Aspersión, verano de 2002:
  Luego de diez y treinta días de la tercera aspersión, se tomó 10 hojas por árbol al azar a la altura del observador.

Tabla V. Detalle descriptivo de las estrategias implementadas en la evaluación de manejo o control de *S. oleae* Parcela 18, Ocoa Quinta Región Chile

	Manejo Biorracional de Plagas	**Control Químico Convencional**
	M.B.P	**C.Q**
Aspersión del producto	Ácidos Grasos	Aceite Mineral reforzado con Clorpyriphos
Estrategias Complementarias:		
Control Biológico Inoculativo	Parasitoide: ***Metaphycus sp***	
Control Natural	***Scutellista caerulea***	
Control de Hormigas	Producto selectivo*	Irrelevante
Rebaje de« faldas de árboles»	Realizado	No contemplado
Corredores de vegetación Espontánea	***Raphanus raphanistrum*** ***Brassica*** ***rapa*** ***Malva nicaensis***	Control con herbicida Roundup
Poda de brotes más infestados	10-15%	No contemplado
Introducción de reservorios	***Nerium Oleander*** para Biorreguladores	No considerado 1:4 narajos

* Point sticky glue
** Clorpyriphos (48cc/100lt al tronco)
*** ***Nerium oleander***, infestados exprofeso con conchuela negra como reservorio alternativo para ***Metaphycus sp, Scutellista caerulea***

RESULTADOS

Experimentos en olivos, contra conchuela móvil

Tabla VI. Mortalidad de individuos juveniles en vegetación en macetas (21 días postaspersión)

Producto	**Dosis**	**% Mortalidad**
Detergente	0,5%	84.8 ab
Aceite mineral	1,5%	91.4 ab
Ácidos grasos	0,5%	94.1 ab
Metomilo	0,6%	100.0 a
Testigo (con agua)		2,5 c

Promedios en cada columna seguido por letras iguales no presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$)

Tabla VII. Mortalidad de especímenes inmaduros de conchuela móvil en olivos en condiciones de campo

Producto	Dosis	% Mortalidad	
		7 días	14 días
Detergente	1.5%	78.2 a	67.7 a
Aceite mineral	3.5%	44.6 b	29.9 b
Ácidos grasos	1.6%	86.1ª	80,9 a
Metomilo	0.06%	90.1ª	100.0 a
Testigo (con agua)		20.5b	17.5 b

Tabla VIII. Mortalidad de adultas de conchuela móvil en olivos en condiciones de campo

Producto	Dosis	% Mortalidad	
		2 días	14 días
Detergente	1.5%	74,3 a	68.9 b
Aceite mineral	3.5 %	27,1 b	0,3 c
Ácidos grasos	1.6%	70,5 a	62,0 b
Metomilo	0.06%	23,4 b	99,5 a
Testigo (con agua)		4,5 b	8,0 c

Promedios en cadea columna seguido por letras iguales no presentaron diferencias significativas (P < 0.05)

Tabla IX. Efecto de dos sistemas de manejo contra *S. oleae* en naranjo, Número de individuos vivos y muertos de Primer instar.

	16.01.01*				05.04.01*				04.02.02*			
Tratamientos	01.02.01**		15.03.01**		08.05.01**		04.02.02**		14.02.02**		05.03.02**	
	Total individuos		Total individuos		Total individuos		Total individuos		Total individuos		Total individuos	
	vivos	muertos	vivos	muertos	vivos	muertos	vivos	muertos	vivos	muertos	vivos	muertos
M.B.P												
Árbol 1	13	74	481	2.155	4	877	918	234	10	1.032	107	962
Árbol 2	1	69	615	1.009	10	696	1.677	432	15	1613	52	1.128
Árbol 3	4	70	240	553	8	1.113	1.377	444	66	1.431	173	1.445
Árbol 4	0	75	137	624	4	552	1.167	225	18	472	127	1.252
Árbol 5	2	88	271	764	0	838	711	270	12	1.477	82	997
Promedio	4	75,2	348,8	1.021	5,2	815,2	1.170	321	24,2	1.205	108,2	1.156,80
Convencional												
Árbol 1	3	62	333	1.539	2	1.062	1.179	402	4	1.458	2	644
Árbol 2	0	56	416	775	0	788	921	471	0	1.369	16	697
Árbol 3	0	65	47	496	0	386	1.524	261	5	1.579	0	493
Árbol 4	5	43	176	856	0	405	1.170	315	6	1.875	24	572
Árbol 5	0	72	26	537	1	519	1.620	429	4	2.173	36	626
Promedio	1,6	59,6	199,6	840,6	0,6	632	1.282,80	375,6	3,8	1.690,80	15,6	606,4

* Fechas Aspersiones
** Fechas Muestreos
M.B.P.= Biorracional o agroecológico, con ácidos grasos
Convencional = chlorpiriphos

CONCLUSIONES

Las aplicaciones o aspersiones al follaje con productos selectivos en base a ácidos grasos, detergente líquido (lavalozas Quick) producen una mortalidad o control similar de la conchuela móvil, a aspersiones con un producto de amplio espectro en base a methomilo, pudiendo reemplazar a este último en un sistema agroecológico de plagas del olivo. Esta efectividad es similar para especímenes inmaduros y adultos en las dosis experimentadas.

Tratamientos de ácidos grasos comparados con sistema convencional de combinación de aceite mineral «reforzado» con el producto químico de amplio espectro, en base a chlorpyriphos mostraron igual efecto de mortalidad Primer Instar de la conchuela negra del olivo en naranjos.

Otras medidas complementarias, culturales, biológicas y de aumento de la biodiversidad son fáciles de implementar.

Control del Piojo Rojo de California, *Aonidiella aurantii* Maskell (*Hemiptera: Diaspididae*), con aceite parafínico en navelina ecológica

A. DOMÍNGUEZ-GENTO[1], A. RUBIO-SERRA[2], A. BONO[1], R. LABORDA[2]

[1] Estació Experimental Agrària de Carcaixent (C.A.P.A.), Pda. Barranquet, s/n, 46740-Carcaixent; tf: 96 2430400; correo-e: *esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es*; *alfonsdgento@wol.es*

[2] E.U.I.T.A., Unidad Docente de Protección de Cultivos, Dpto. Ecosistemas Agroforestales (U.P.V.); Blasco Ibáñez, 21, 46010 València; tf: 96 3879257; correo-e: *rla-borda@eaf.upv.es*

RESUMEN

El piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell), se ha convertido en el insecto de mayor importancia en la citricultura ecológica valenciana, no tanto por su daño directo a la plantación sino por la infravaloración estética comercial. Es por ello que, mientras no existan otras alternativas, el control químico con extractos naturales es el más utilizado por los ecocitricultores. En este ensayo se ha probado el aceite parafínico en dos épocas distintas, inicio de abril (final de la salida invernal de *Aonidiella*), y finales de agosto (2ª generación). El tratamiento conjunto en las dos fechas ha dado muy buenos resultados, pudiéndose comparar con tratamientos químicos de síntesis, mientras que en el tratamiento por separado, el mejor comportamiento lo tuvo el de abril. La tasa de infestación del testigo parece ser bastante inferior a los testigos en tratamientos convencionales, prueba de la mayor fortaleza del agrosistema ecológico.

INTRODUCCIÓN

Desde la detección del primer foco de piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell) aparecido en la comarca de La Ribera (València) en el año 1985, este diaspídido ha despertado un gran interés entre el sector citrícola, y se ha convertido en objetivo de estudio a nivel mundial.

Dentro de la agricultura convencional, la detección de formas resistentes a algunos productos organofosforados, como el clorpirifos en California, mantienen en la incógnita la lucha química como control del insecto.

Por otra parte, en el campo de la citricultura ecológica mediterránea, el piojo rojo de California se ha convertido en un organismo clave en la sanidad de este cultivo (DOMÍNGUEZ-GENTO, 2001b). Puesto que los citricultores ecológicos de nuestras comarcas utilizan el aceite parafínico como materia activa contra los cóccidos, tiene gran importancia la eficacia de este producto también sobre *Aonidiella*. A este interés, se le añade el no haber encontrado resistencias en los insectos controlados, debido a su acción física.

OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA

El piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell) es en la actualidad el cóccido diaspídido más agresivo y que más problemas está generando en la citricultura ecológica. Esta agresividad le ha servido para desplazar a otras cochinillas que hasta el momento estaban ocupando su propio nicho, como es el piojo rojo (*Chrysomphalus dictyospermi* Morgan) o el piojo gris (*Parlatoria pergandii* Comstock). Los tres homópteros se fijan en la parte aérea del árbol, teniendo normalmente de dos a tres generaciones, según el clima y la zona. Se consideran formas sensibles a los tratamientos las larvas L1 y L2, aunque se está considerando la sensibilidad de las L3 o hembras jóvenes precisamente al aceite mineral. En el árbol pueden causar como daño la defoliación parcial de ramas y brotes, que puede evolucionar hacia el debilitamiento del árbol si el ataque es muy intenso (cosa que suele ocurrir si el árbol está ya afectado por algún factor anterior, como carencias de nutrientes o asfixia radical).

De mayor importancia es la infravaloración comercial de las naranjas o la fruta afectada, considerando que el umbral de destrío de este insecto está situado alrededor de 10 formas perceptibles a simple vista en la fruta. Esto influye en nuestra ecocitricultura, hasta el punto de ser responsable del único tratamiento realizado en este sistema de cultivo, allá donde el piojo rojo se ha instalado[1].

Sobre *Aonidiella*, pues, deberemos de basar nuestra estrategia ecológica sanitaria. Inicialmente, como para el resto de artrópodos presentes en los ecosistemas citrícolas, deberemos establecer una gestión adecuada de la diversidad, con el fin de potenciar el control natural. Mediante el establecimiento de setos y cubiertas vegetales permanentes, los citricultores ecológicos mantienen una fauna auxiliar próxima al cultivo que sirve para disminuir la población de la plaga. Para los cóccidos son especialmente interesantes las plantas atrayentes de parásitos pertenecientes a la familia *Aphelinidae* (como *Aphytis chrysomphali* (Mercet), *A. lignanensis* Compere, *A. Melinus* De Bach, *Comperiella bifasciatta* Howard, *Prospaltella perniciosi* Tower). Cabe destacar que la tasa de control natural es bastante alta en el cultivo ecológico, como se comentará en los resultados y conclusiones.

En cuanto a los productos naturales utilizados en el control de las cochinillas, existen unas pocas sustancias autorizadas[2]. En ciertas zonas tradicionalmente se ha utilizado el silicato de sosa, en otras el polisulfuro de calcio o el jabón potásico; en la ecocitricultura valenciana el producto más usual es el aceite mineral de verano (DOMÍNGUEZ-GENTO, 2001a). Actualmente, y debido a la posible peligrosidad sanitaria del aceite mineral[3], el reglamento europeo de la agricultura ecológica ha puesto una fecha para su prohibición, por lo cual habrá que buscar sustitutos autorizados, como el aceite parafínico.

Dentro de este planteamiento, se ha desarrollado un ensayo sobre la eficacia del aceite parafínico aplicado en distintos momentos en cítricos ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha evaluado la eficiencia del aceite parafínico aplicado en dos épocas distintas, por separado y conjuntamente, comparándolo con un testigo sin ninguna actuación. Así, tenemos los siguientes tratamientos:

- T1: Testigo (sin tratamiento).
- T2: Aceite mineral parafínico aplicado entre final del invierno y principio de la primavera, donde se pueden encontrar poblaciones invernales con formas sensibles (contando también las hembras jóvenes) y el inicio del avivamiento de la 1ª generación. Fecha: 6 de abril.
- T3: Aceite mineral parafínico aplicado en verano, entre el máximo y el final del avivamiento de formas sensibles de la 2ª generación. Fecha: 31 de agosto.
- T4: T2+T3.

Con el tratamiento realizado al final del invierno se pretende ver si se consigue reducir de una manera importante la población del diaspídido, tal y como indica la bibliografía existente (RIPOLLÉS, 1990), ya que en estas fechas hay un alto número de formas sensibles que comienzan a salir de sus refugios.

Respecto al tratamiento realizado al final del avivamiento de segunda generación, se persigue intervenir en un momento en que hayan avivado prácticamente la totalidad de los individuos, evitando que escapen a la acción insecticida las larvas que aviven después de la aplicación (dado el efecto físico del producto y su escasa persistencia).

Con estos tratamientos evitamos actuar dentro del máximo poblacional de formas sensibles de la 1ª generación, que suele situarse entre mayo y junio, fechas en las que los parásitos y depredadores se encuentran también en un máximo de actividad, pudiendo verse afectados muy negativamente.

El campo de ensayo estaba situado en la Estació Experimental Agrària de Carcaixent, siendo una plantación adulta de naranjos navelinos en plena producción, con mas de cinco años de conducción con técnicas de cultivo ecológico (según la normativa europea 2092/91).

Así, se consideraron los 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, obteniendo un total de 12 subparcelas. Se recogieron 12 muestras, contando 30 frutos por muestra.

El equipo de pulverización se compuso de un tanque, una motobomba Ilemo y boquilla cónica de 1,8 milímetros de diámetro. La presión de trabajo ha sido de 40 atmósferas, mientras que el producto utilizado ha sido aceite mineral parafínico a una concentración del 2% en todos los tratamientos.

Para el cálculo de la infestación sobre los frutos se ha recurrido a una escala en que se establecen 6 niveles de valores, tal y como se ve en la siguiente tabla (puede observarse la importancia que tiene el componente comercial en la valoración agronómica del daño):

Partiendo de los valores de esta escala, se ha calculado el índice de infestación según la fórmula de Townsend-Heuberger, que expresa el porcentaje de la escala media obtenida respecto a la máxima posible. A los datos obtenidos se les ha aplicado la transformación angular de Bliss. Los datos transformados se han procesado estadísticamente con un ANOVA, aplicándole el test LSD con un nivel de significación del 95%. Las eficacias se han calculado sobre la base del porcentaje de infestación mediante la fórmula de Abott.

Tabla I. Escala para la evaluación de la infestación de *Aonidiella aurantii*, con su valoración comercial (obtenido de distintos comercios). El nivel 2, con 6-10 formas visibles varía su catalogación comercial según las empresas; se ha optado por 1ª por ser el más utilizado en las empresas de agricultura ecológica

NIVEL DE INFECTACIÓN	Nº DE FORMAS VISIBLES	VALOR COMERCIAL
0	0	1ª
1	1-5	1ª
2	6-10	1ª
3	11-30	2ª
4	31-50	Destrío
5	>50	Destrío

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal y como se puede ver en la Figura 1, la infestación ha sido mayor en el testigo, con un 55,78%, pero no difiere significativamente del T3, pese a tener un 46,22% de infestación. Los otros dos tratamientos no difieren significativamente entre ellos, aunque el tratamiento en las dos épocas tiene la mitad de infestación que el de final de invierno, siendo los dos significativamente menores que el testigo o el tratamiento único de verano.

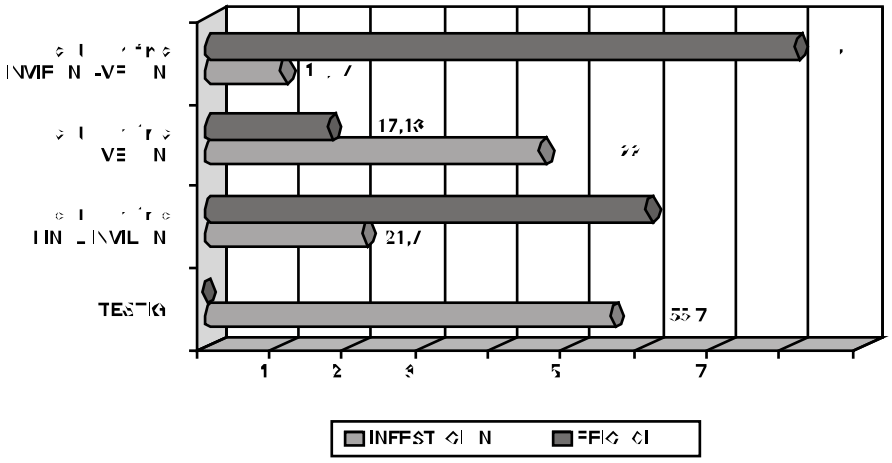


Figura 1: *Eficacia de los distintos tratamientos realizados y porcentajes de infestación, con las correspondientes diferencias significativas (según ANOVA, test LSD con el 95% de nivel de confianza)*

Los porcentajes de eficacia, han sido del 60,96% para el T2, del 17,13% el T3, y el 80,88% el T4. Así, el tratamiento T4 es el que más ha reducido el grado de ataque en frutos, seguido del T2, mientras que el T3 muestra un comportamiento parecido al testigo T1.

Considerando el ensayo realizado, se puede observar que entre los dos tratamientos simples, es decir las dos parcelas sobre las cuales se ha intervenido un una sola ocasión, el tratamiento

(T2) realizado a principios de abril es el que ha dado unos niveles de infestación menores, con una eficacia superior al 60%. En el tratamiento de agosto (T3), cuando ya se habían criado la práctica totalidad de larvas de 2ª generación, pese a presentar una reducción de la infestación respecto al testigo, esta no llega a ser significativa.

Por otra parte la parcela donde se han efectuado las dos aplicaciones (T4), es el tratamiento que más difiere del testigo y que por tanto nos da una eficacia superior al 80%.

Cabe decir que el tratamiento compuesto de las dos fechas de aplicación (T4) no difiere significativamente del T2, según el test LSD con el 95% de confianza; mientras que si la significación baja hasta el 89%, sí que diferirían ambos tratamientos.

La eficacia obtenida con el (T4), superior al 80% corrobora los resultados obtenidos por Ortí (1990), quien manifiesta haber conseguido buenos resultados sobre diaspídidos con dos aplicaciones de aceite mineral, en este caso una aplicación a la salida del invierno (23/3) y otra con el máximo de formas sensibles de 2ª generación (26/8).

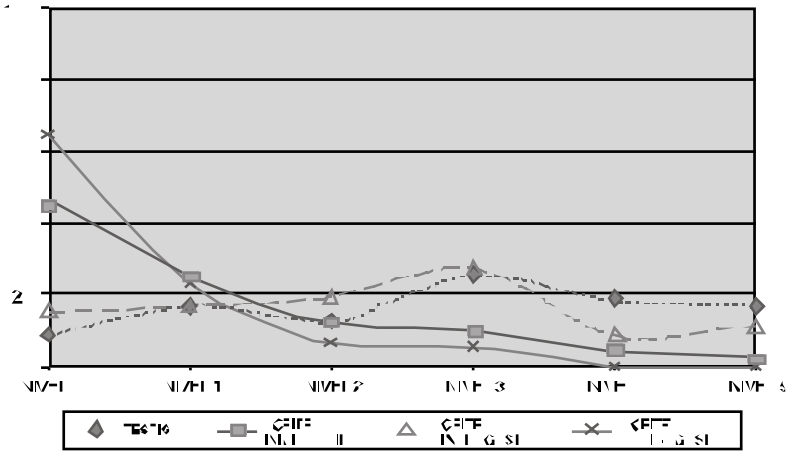


Figura 2: *Distribución de los frutos según el nivel de infestación. Se observa como en una menor eficacia del producto, los frutos se acumulan más a los de mayor grado de infestación*

Ahora bien, la baja eficacia que ofrece el T3 contrasta con los resultados obtenidos por Ortí (1990), que sitúa el tratamiento de agosto como el mejor de los realizados en una sola aplicación, eso sí, haciéndolo coincidir con el máximo de formas sensibles de 2ª generación. Así pues, posiblemente se hubiera podido mejorar la eficacia de este tratamiento, en caso de haberse adelantado al momento máximo de formas sensibles.

Costa y col. (1999), en un ensayo realizado con diferentes productos, consiguen un 67% de eficacia con clorpirifos al 0,15% y un 57% con piriproxifén al 0,05%, ambos aplicados al máximo de formas sensibles de 1ª generación. Esto es sensiblemente inferior al tratamiento T4 y similar al T2. En otro trabajo de Alfaro y col. (1999), también con piriproxifén y metidatión, la eficacia varía entre el 40-50% del primero y el 75% del metidatión a finales de marzo, llegando al 70-90% a mediados de mayo.

Si se tiene en cuenta la distribución de los frutos según los niveles de infestación (Figura 2) y se aplican las exigencias del mercado, se puede obtener la cantidad de naranja de destrío por causa de la *Aonidiella*. Puede verse como en el testigo existiría más de un 35% de destrío y más de un 25% de 2ª (que iría a mercados menos exigentes, como los nacionales).

Paralelamente al estudio de la eficacia de los distintos tratamientos, el presente ensayo ha constado del cálculo de la integral térmica y la elaboración del ecoclimatograma para la *Aonidiella aurantii* Maskell. En cuanto a la integral térmica, considerada la cifra de 11,7 ºC como umbral de desarrollo (Tª por debajo de la cual el piojo rojo de California no se desarrolla), se ha calculado con temperaturas medias diarias obtenidas de la estación meteorológica de la EEA de Carcaixent, y se ha podido comprobar como los 600 grados acumulados no han coincidido con el primer máximo de formas sensibles (L1+L2), tal y como indicaba la bibliografía existente, sino que este máximo se ha conseguido entre los 388 y los 607 grados acumulados. Sin embargo, el segundo máximo de formas sensibles sí que ha correspondido con los 1200 grados acumulados.

Tabla 2. Proporción de naranja de 1ª, 2ª y destrío según la infestación por *Aonidiella* en el ensayo

TRATAMIENTO	1ª (<=10 formas visibles)	2ª (11-30)	destrío (>30)
TESTIGO	38,9 %	25,56 %	35,57 %
ACEITE INICIO ABRIL	83,22 %	10 %	6,66 %
ACEITE FINAL AGOSTO	52,22 %	27,77 %	20 %
ACEITE ABRIL-AGOSTO	94,44 %	5,55 %	0 %

Una vez realizado el ecoclimatograma, elaborado según los parámetros introducidos por Bodenheimer (1951), *Aonidiella aurantii* Maskell no debería presentar problemas en nuestro territorio, lo cual es completamente erróneo.

CONCLUSIONES

Tras el análisis de la eficacia de los distintos tratamientos, el realizado en abril (T2) presenta una reducción de la infestación final en fruto respecto al testigo, dando un destrío por debajo del 7%.

El tratamiento realizado a final de agosto (T3) ha resultado ineficaz para el control de *Aonidiella*. Cabe recordar que este tratamiento se realizó a final del avivamiento (2a generación), dada la baja persistencia del producto utilizado, temiendo una posible reinfestación por las larvas que quedaran por avivar después de la intervención. A pesar de ello, y considerando los aceptables resultados obtenidos en otros ensayos con aceites minerales aplicados al máximo de formas sensibles, la presente experiencia debería completarse con otras posteriores en este momento de aplicación.

Con todo, el tratamiento compuesto por las dos aplicaciones (T4) sí que ha ofrecido unos resultados satisfactorios en el control de cóccidos dentro del marco de la agricultura ecológica. Se puede afirmar, además, que una eficacia superior al 80% como la conseguida en aquel trata-

miento, es completamente comparable, si no superior, a la obtenida en otros ensayos realizados con los productos de síntesis ya comentados. En este tratamiento no existe destrío debido a *Aonidiella*, mientras que el porcentaje de naranjas de 2ª categoría se sitúa alrededor del 5%.

En lo que respecta al ecoclimatograma y al cálculo de la Integral térmica, habría que redefinir los parámetros de humedad relativa y temperatura contemplados por Bodenheimer para adaptarlos a nuestra zona, de igual forma que ocurre con los 600 grados señalados para el primer máximo de formas.

Es de resaltar que la infestación media de las parcelas testigo en campos cultivados de forma convencional (ALFARO LASSALA y col., 1999) varía entre un 68,5% y un 72,125%, mientras que en el presente trabajo el testigo se queda en una media del 55,78%. Esto corrobora otros estudios que se están llevando en diferentes fincas ecológicas (ensayos de las cooperativas Ecomediterrània y La Vall de la Casella, Coop.V.), donde aparecen cifras similares: entre el 55-57% de infestación en parcelas sin tratar. Esta menor infestación en las fincas ecológicas no tratadas (diferencia de un 20% de frutos no infectados, es decir, de un 30% más de infestación relativa en las fincas convencionales cuando no se tratan), puede deberse principalmente a dos razones.

- La mayor resistencia natural de las plantaciones llevadas con fertilización orgánica y otras técnicas ecológicas (una mayor fortaleza sanitaria propia del agrosistema y los árboles ecológicos).
- Una aumento del control biológico de estos insectos, dado que los productos utilizados en ecocitricultura afectan mínimamente a la fauna auxiliar, a lo que va unido el aumento de diversidad, con setos y cubiertas vegetales, donde los parásitos y depredadores pueden encontrar reservorios y alimentos alternativos. Esta flora se elimina por completo en los cultivos químicos.

Señalar que el aceite parafínico no presenta problemas de residuos en la cosecha, ni tampoco puede provocar la aparición de resistencias, y además es uno de los productos menos agresivos con los aplicadores y la fauna útil, puntos todos estos a considerar tanto en la agricultura ecológica como en la protección integrada, lo cual invita a nuevos estudios con este producto.

Por último, debería reflexionarse sobre el sentido de un tratamiento en el cual el daño en el cultivo no se corresponde con la necesidad de actuación. Los umbrales comerciales tan bajos (10 formas visibles por fruto) sólo responden a criterios estéticos y no agronómicos, y mucho menos ecológicos. Más aún cuando este insecto no deja mancha ni decoloración en la piel. Se debería investigar la aplicación de otros sistemas de limpieza en almacén, como los de chorro de agua a presión que han puesto a punto en otros zonas citrícolas mundiales (DEL RIVERO, 1996). El tratamiento contra piojo rojo de California es en muchos casos el único que realizan los ecocitricultores valencianos. Los consumidores deberían valorar la necesidad de este tratamiento, habida cuenta que cualquier tratamiento afecta al agroecosistema, a la economía y a la salud.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO LASSALA, F.; ESQUIVA PÉREZ, Mª. DEL M; CUENCA MONTAGUD, F.J. (1999). Estudio del comportamiento de dos reguladores del crecimiento contra piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell.), 1ª Parte; Levante Agrícola, 3er. trimestre 1999, pp. 406-411.

BERNAL, X.; BROSA, J.; LÓPEZ, F.; TURUGUET, D. (1992). Recopilación bibliográfica del poder carcinógeno de los principales plaguicidas; Phytoma España, nº 43, noviembre 1992, pp. 18-20.

BODENHEIMER, F.S. (1951). Citrus entomology in the middle East with special references to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria, Turkey; The Hage Junk. 663 pp.

COSTA-COMELLES, J.; RODRÍGUEZ, J.M.; ALONSO, A.; GRANDA, C.; SANZ, E.; BUENO, V.; MARZAL, C.; HERNÁNDEZ, P.; GARCÍA-MARÍ, F. (1999). Eficacia de varios productos sobre Piojo rojo de California (*Aonidiella aurantii* Maskell.), serpeta (*Cornuaspis beckii*) y cotonet (*Planococcus citri*). Levante Agrícola, trimestre 1º 1999: 33-37.

DEL RIVERO, J.M. (1996). Separación postcosecha en cítricos del piojo rojo de California con agua a presión; Agrícola Vergel, junio 1996.

DOMÍNGUEZ-GENTO, A. (2001a). La sanidad en cítricos: un planteamiento ecológico y sostenible; Phytoma-España, junio/julio 2001, pp. 16-22.

DOMÍNGUEZ-GENTO, A. (2001b). Cultivo ecológico de cítricos en las regiones del Mediterráneo; Vida Rural, julio 2001, pp. 34-37.

ORTÍ CARRERAS, A. (1990). Posibilidades de utilización del aceite mineral para el control de Parlatoria pergandii Comstock en el contexto de la Agricultura Biológica y de Lucha Integrada. Treball de final de Carrera. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola.

RIPOLLÉS, J.L. (1990). Las cochinillas de los agrios; II Curso de Protección Integrada de Cultivos (1990), FECOAV-Generalitat Valenciana, inédito.

NOTAS

1 Un caso claro de la influencia de factores educacionales y culturales en la valoración del daño de un insecto se da en los cóccidos en citricultura (de la cual no escapa la ecocitricultura, debido al umbral de destrío utilizado comercialmente (máximo de 10 escamas visibles del insecto en la fruta). El consumidor exige que las naranjas ecológicas, al igual que ocurre con las convencionales, estén inmaculadas, limpias de toda mancha o «bichito». Aunque éstos no tienen mayor efecto sobre el fruto que el estético puesto que al pelarlo desaparecen, dejando el color, tamaño y sabor intactos. No obstante, al principio de la temporada o cuando escasean las producciones de ese año, comerciantes y consumidores suelen ser más permisivos. Aunque ese umbral no signifique que la plantación esté en peligro o que la fruta tenga una menor calidad organoléptica (el insecto queda tan sólo adherido en la piel), obliga al agricultor a realizar un tratamiento para evitar la presencia del mismo, pudiéndose desequilibrar el control biológico de otros organismos potencialmente dañinos, con consecuencias ecológicas, económicas o, incluso, de repercusión en la salud humana. Un «defecto» estético conduce a daños más importantes.

2 En el caso de los países incluidos en la Unión Europea es de obligatorio cumplimiento el Reglamento 2092/91/CEE sobre producción agrícola y alimentos ecológicos, así como las modificaciones y ampliaciones posteriores, para aquellos que deseen utilizar la certificación oficial de producción ecológica y los nombres protegidos por aquella.

3 En una recopilación efectuada por Bernal *et al.* (1992), sobre tres criterios de genotoxicidad y carcinogenicidad, concluyen que deberían eliminarse los siguientes plaguicidas (por ser carcinógenos probados o probables): aceites minerales (no refinados), compuestos de arsénico, acrilonitrilo, formaldehido, amitrol, toxafeno, clordecone, DDT, DBCP, dicloruro de etileno, dicloropropeno, hexaclorobenceno, mirex, nitrofeno, sulfalato, tetracloruro de carbono, ferbam. Otros sospechosos o posibles carcinógenos son: DDE, p-diclorobenceno, 2,4-D; 2,4,5-T; diclorvos, MCPA, folpet, metoxicloro. De los 80 estudiados, tan sólo 7 tienen clasificación 4ª (posiblemente no carcinógenos, aunque los datos son escasos). Todos los demás son, al menos, carcinógenos cuestionables.

Fitotoxicidad a corto plazo del polisulfuro de cal y el aceite parafínico como tratamiento de cochinillas en cítricos ecológicos

A. DOMÍNGUEZ GENTO, E. CHULIÁ FERRANDIS, J. BOLINCHES

Estació Experimental Agrària de Carcaixent (C.A.P.A.), Pda. Barranquet, s/n, 46740-Carcaixent; tf: 962430400; correo-e: esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es; alfonsdgento@wol.es

RESUMEN

Las cochinillas producen pérdidas elevadas en la producción de cítricos ya que aumentan el destrío de frutos debido a daños directos e indirectos. Los daños más frecuentes son los causados por Piojo rojo de California *(Aonidiella aurantii)*, Piojo gris *(Paralatoria pergandii)*, Serpeta gruesa *(Lepidosaphes beckii)*. En ecocitricultura, para el control de estas cochinillas diaspinas, junto con la fauna auxiliar y el manejo adecuado de la flora, son fundamentales los aceites y otros productos naturales como el polisulfuro de calcio, el silicato de sosa, jabón potásico, según la zona citrícola. De estos tratamientos naturales, el del aceite mineral, derivado del petróleo, es el más extendido en el litoral valenciano.

En este trabajo se pretende estudiar el efecto fitotóxico del polisulfuro de cal y los aceites parafínicos, sobre las variedades Navelina y Fortune. El resultado es que, a las dosis empleadas, no parece existir ningún efecto sobre el nº de brotes viables a corto plazo, aunque sí que hubo un efecto de quemadura sobre alguno de los brotes con la dosis más alta de Polisulfuro de cal (10%).

Palabras clave: Piojo rojo de California, manejo ecológico de plagas, aceite parafínico, polisulfuro de cal, fitoxicidad, cochinillas o cóccidos, citricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

Las cochinillas producen pérdidas elevadas en la producción de cítricos, sobre todo porque aumenta el destrío de frutos causados tanto por los daños directos (presencia de escudos en frutos) como por los indirectos (presencia de negrilla, reducción del vigor, marcado de fruta, etc.). Además representan un alto porcentaje de los costes del cultivo.

Los daños más frecuentes son los (LLORENS, 1990) causados por:

- Piojo gris - *Parlatoria pergandii* Comstock.
- Serpeta gruesa - *Lepidosaphes beckii* (Newman).
- Piojo rojo de California - *Aonidiella aurantii* (Maskell).

En ecocitricultura, para el control de estas cochinillas diaspinas, junto con la fauna auxiliar, el uso adecuado de las cubiertas vegetales o los setos y prácticas culturales como la poda, son fundamentales los aceites y otros productos naturales como el polisulfuro de calcio, utilizado en frutales, el silicato de sosa o el jabón potásico, según la zona citricola (DOMÍNGUEZ GENTO, 2001).

De estos tratamientos naturales, el del aceite mineral es el más extendido en el litoral valenciano. Los aceites son derivados del petróleo y basan su poder insecticida en su efecto físico, matando por asfixia.

Como ventaja tiene el ser de toxicidad baja para el hombre, barato y no inducir resistencia de las plagas refugiadas, por lo cual sirven para disminuir la población de plaga y los posibles ataques posteriores.

Como aspecto agronómico negativo es que pueden ser fitotóxicos para los árboles, dependiendo del residuo insulfonable que contengan. Además, pesa otro inconveniente sobre los aceites parafínicos, y es el hecho de producir un retraso sobre la coloración si el tratamiento se efectúa cerca de la maduración de la fruta, por lo que es interesante buscar sustitutos.

No obstante, la efectividad de los aceites minerales controlando las cochinillas diaspinas, junto con su bajo coste, baja toxicidad para el hombre y para la fauna auxiliar, su ausencia de residuos en los frutos, así como su baja contaminación ambiental, ha hecho que su uso sea generalizado en citricultura (COSTA,1996).

Sin embargo, debido a la presencia de los compuestos aromáticos, los aceites aparecen en algunas listas como sustancias peligrosas para la salud humana por su carcenogenicidad (BERNAL y col., 1992). Es por ello que el Reglamento 2092/91 CE y sus modificaciones han puesto una fecha para la sustitución de estos aceites minerales.

Así pues, desde la óptica de la agricultura ecológica, los parafínicos, aunque no poseen este problema, y el resto de sustancias naturales son los que se deben poner a punto para controlar las poblaciones de cóccidos.

Por otra parte, con el uso de aceites de alto residuo insulfonable o de sustancias de menor poder insecticida, se sospecha que disminuyen los problemas de retraso de la maduración y de la fitotoxicidad (caída de hojas o manchado en frutos). Pero, por contra, pueden ejercen un control más débil sobre los artrópodos, por lo que podría aumentar el destrío por frutos dañados por las cochinillas (escudos en frutos). Esto puede no ser así en el caso del polisulfuro de calcio, que podría tener efectos fitotóxicos sobre la vegetación y un aumento del control de diaspinos, según se desprende de su utilización como tratamiento desinfectante en frutales ecológicos.

Es por ello que técnicos de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent, en colaboración a agricultores ecológicos, pusieron en marcha diversos ensayos experimentales para evaluar la eficacia en la reducción de destrío de los aceites parafínicos (RUBIO-SERRA y col., 2002), para tener alternativas en el momento en que los minerales estén prohibidos en la normativa.

OBJETIVOS

Los objetivos de este ensayo son:

- Estudiar el efecto fitotóxico a corto plazo de diversos tratamientos utilizados para controlar poblaciones de cóccidos, a distintas dosis, sobre las variedades Navelina y Fortune. En concreto de los siguientes productos:

– El polisulfuro de cal.
– Los aceites parafínicos.

Esta experiencia está englobada en un estudio mucho más amplio de estudio de fitotoxicidades a medio y largo plazo de estos tratamientos y otros también naturales, así como del efecto sobre la maduración de la fruta o la efectividad sobre el destrío producido por cochinillas en los cítricos ecológicos valencianos.

MATERIAL Y MÉTODO

Concretamente, esta parte de los experimentos se están realizando en las parcelas de cítricos ecológicos situadas en la Estación experimental Agraria de Carcaixent en la provincia de Valencia.

Las especies y variedades utilizadas fueron:

- Naranjas Navelinas: variedad temprana.
- Mandarinos Fortune: híbrido de mandarina Clementina x mandarina 'Dancy'; es una variedad tardía.

El diseño experimental es el de bloques al azar de 3 repeticiones por cada tratamiento, con 3 árboles por parcela elemental.

El diseño se ha realizado teniendo en consideración los problemas de deriva de los productos, evitando la misma (véase Figura 1).

Para este estudio se han recogido datos de 4 tratamientos iniciales (dos dosis con polisulfuro y dos dosis con aceite parafínico) más el testigo, distribuidos conforme a la Tabla I. En todos los casos se hizo la pulverización con un tanque, con una boquilla cónica de 1,8 mm de diámetro, a una presión de trabajo de 40 atmósferas, aplicando similares cantidades de caldo por árbol.

Tabla I. Tratamientos realizados durante el ensayo

Nº de código	Tratamiento
1	TESTIGO
2	POLISULFURO DE CAL 5%
3	ACEITE PARAFÍNICO 1%
4	POLISULFURO DE CAL 10%
5	ACEITE PARAFÍNICO 2%

La práctica habitual para obtener la fecha de tratamiento exacta, se ha de realizar un conteo periódico de la población de cochinillas, en ramas para observar las formas sensibles y del vuelo de machos para estar pendientes de los máximos generacionales con mayor precisión. Cuando se tiene el máximo de formas sensibles se estará en el momento óptimo del tratamiento.

Al pretender evaluar la fitotoxicidad inmediata o a corto plazo, se planteó en un inicio estudiar el daño en la época de mayor problemática para el crecimiento del árbol, esto es, en el tratamiento que se puede realizar en la salida del invierno por su alto interés (Rubio-Serra *et al.*, 2002), momento en el cual la primera brotación es muy joven y las hojas todavía no están formadas o son de pequeño tamaño.

Así, el día 18/02/2002 se realiza el tratamiento de desinfección, tanto para Fortune como para Navelina, coincidiendo con el movimiento de la población invernante contada en rama, con un alto número de formas sensibles (ver Tabla III).

Tabla II. Controles posteriores a los tratamientos realizados en campo

Momento de control	Observación
A las 24 h	No se observan daños en brotes.
A las 48 horas	No se observan daños en brotes.
A los 10 días	Observación en campo de **daño**/**no daño** en, al menos, 100 brotes por cada tratamiento. Se valoran los daños en una escala de 2 niveles de significación: Nivel 1: Daño en brote que no impide su crecimiento posterior. Nivel 2: Daño en brote que puede impedir su crecimiento posterior (necrosamiento total). Ver Cuadro 4
Al mes del tratamiento	Análisis contando el número de brotes dentro de un aro de 56 cm. de diámetro y diferenciando la cara norte de la sur, un árbol por repetición y por tratamiento. Ver Cuadro 5, Figuras 1 y 2

Posteriormente al tratamiento, se realizaron los conteos descritos en la Tabla II:

- *Daño en hojas y yemas*: observación visual en campo. Si existiera un gran efecto de caída de hojas, se mediría el volumen de hojas caídas.
- Daño en brotaciones:
- En un primer momento se realiza un conteo de 100 brotes, para observar su estado de desarrollo, en aquellos tratamientos en los que se observen daños.
- Posteriormente, se realiza un análisis más a fondo contando el número de brotes dentro de un aro de 56 cm de diámetro (1/4 m^2), diferenciando la cara norte de la sur.

Se deja para la valoración a medio y largo plazo los daños en frutos o la reducción de producción tanto el primer año como en años posteriores.

Los datos obtenidos se han procesado estadísticamente con un ANOVA, aplicándoles el test LSD con un nivel de significación del 95%.

RESULTADO DE LAS OBSERVACIONES DE FITOTOXICIDADES

El resultado del conteo inicial de población, en fecha de 12/02/02, queda reflejado en la Tabla III. En él se puede observar cómo las formas sensibles están en unos niveles altos (alrededor del 56%), si bien con las materias activas empleadas podría llegar a dañar hasta larvas de tercer estadío o hembras jóvenes (con lo que subiría a porcentajes del 80-90%).

Tabla III. Conteo de los estados biológicos de los insectos controlados, en fecha 12/02/2002, poco antes de realizar el tratamiento

ESTADOS DEL INSECTO	POBLACIÓN (%)		
	Aonidiella	*Parlatoria*	*Lepidosaphes*
Larva (L1)	30,41	23,97	0,00
Larva (L2)	26,32	32,19	0,00
Larva o hembra joven (L3/Hj)	32,16	20,55	0,00
Hembra adulta (Ha)	10,53	13,01	0,00
Hembra madre (Hm)	0,58	10,27	0,00
Parasitismo	1,17	0,68	0,00
Picaduras alimenticias	1,75	2,74	0,00
∑ (Formas sensibles: L1+L2)	56,73	56,16	0,00
∑ (Formas sensibles + L3/Hj)	88,89	76,71	0,00

La observación visual en campo conteo de daño / no daño en 100 brotes por cada tratamiento fue la señalada en la Tabla IV. En ella no se ha realizado un conteo con fines estadísticos, por considerarse insuficiente la representación del daño. Aún así, el único tratamiento donde parecía observarse algún tipo de daño fue en el polisulfuro, por lo que se procedió a un conteo estimativo en campo de los brotes. Se puede intuir un ligero daño superior en el polisulfuro al 10%, ya que se ha afectado a brotes hasta el necrosamiento.

Tabla IV. Conteo de daño/no daño en más de 100 brotes por cada tratamiento

VARIEDAD	TRATAMIENTO	DAÑO EN BROTE (%)		
		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Navelina	Polisulfuro de cal 5%	78,5	21,5	0
	Polisulfuro de cal 10%	47,1	24,7	28,2
Fortune	Polisulfuro de cal 5%	60	40	0
	Polisulfuro de cal 10%	17,8	55,1	27,1

Nivel 0: sin daño aparente
Nivel 1: daño pero que no parece paralizar el crecimiento del brote
Nivel 2: daño que puede paralizar el crecimiento del brote

En la Tabla V se especifican las medidas obtenidas en el control sobre la brotación a los 30 días. Sobre estos datos se ha realizado un análisis estadístico ANOVA, con intervalos LSD al 95% de confianza (Figuras 1, 2 y 3), diferenciando las orientaciones (norte y sur) del total de brotes por árbol. Como se puede constatar, no hay diferencias significativas en cuanto al número de brotes finales a los 30 días del tratamiento, ni en las orientaciones ni en el total, ni entre los tratamientos ni entre éstos y el testigo, en ninguna de las variedades.

Tabla V. Media del número de brotes por árbol según el tratamiento realizados, separando orientaciones norte y sur, a los 30 días del tratamiento

Variedad	Código	Tratamiento	Brotes sur	Brotes norte	Total brotes
Navelina	1	Testigo	78,00	37,33	115,33
	2	Polisulfuro de cal 5%	62,00	49,00	111
	3	Aceite parafínico 1%	76,33	52,67	129
	4	Polisulfuro de cal 10%	53,67	54,00	107,67
	5	Aceite parafínico 2%	58,00	57,67	115,67
Fortune	1	Testigo	85,33	98,33	183,66
	2	Polisulfuro de cal 5%	117,33	75,33	192,66
	3	Aceite parafínico 1%	130,00	103,67	233,67
	4	Polisulfuro de cal 10%	136,67	75,33	212
	5	Aceite parafínico 2%	130,00	93,67	223,67

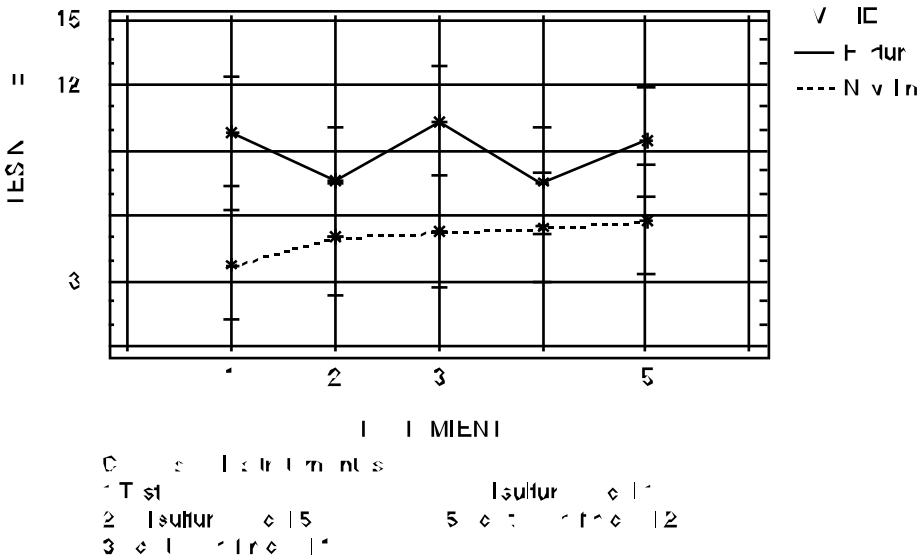


Figura 1. *Número de brotes por árbol en la cara norte de las variedades Fortune y Navelina (Tratamiento estadístico ANOVA test LSD al 95 % de confianza)*

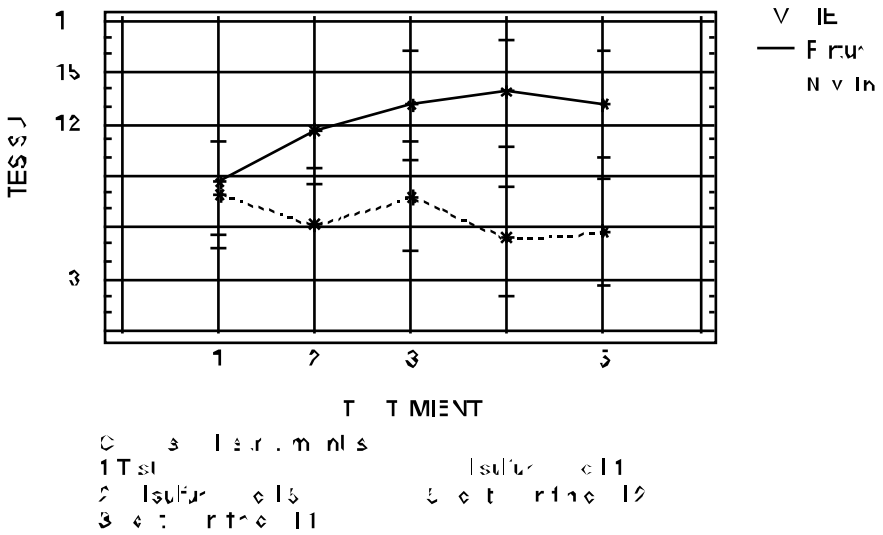


Figura 2. *Número de brotes por árbol en la cara sur de las variedades Fortune y Navelina (Tratamiento estadístico ANOVA test LSD al 95 % de confianza)*

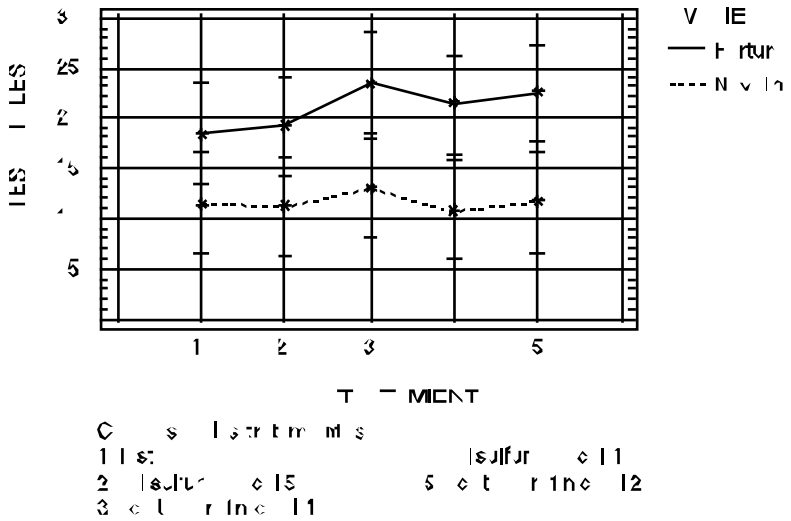


Figura 3. *Intervalos LSD (ANOVA multifactorial, al 95% de confianza) del nº de brotes totales por árbol, según los tratamientos, separados por variedades*

CONCLUSIONES

La primera impresión de que el polisulfuro podría haber producido quemaduras en las dosis altas, no se ha corroborado en el conteo de brotes posterior a los 30 días, dado que las cifras no son estadísticamente inferiores, aunque parezca haber una tendencia en algunos. Se puede concluir, pues, que el tratamiento de polisulfuro de cal no afecta significativamente a la brotación de primavera a corto plazo, ni siquiera el tratamiento al 10% en una fase tan sensible de crecimiento, al menos en el número final de brotes viables en crecimiento.

El tratamiento con aceite mineral tampoco parece haber afectado en absoluto a la brotación.

Estos dos productos naturales pueden ser utilizados, pues, para el control de diaspinos en las primeras fases del desarrollo vegetativo de los cítricos, sin afectar aparentemente al crecimiento del árbol a corto plazo.

Las observaciones y análisis de la producción final y de la calidad, así como las brotaciones de años posteriores, permitirán completar el estudio a medio y largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, X.; BROSA, J.; LÓPEZ, F.; TURUGUET, D. (1992). *Recopilación bibliográfica del poder carcinógeno de los principales plaguicidas*; Phytoma España, nº 43, noviembre 1992, pp. 18-20.

CONSELLERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2002). *Los aceites minerales en los tratamientos fitosanitarios*; Boletín de Avisos, enero 2002 nº 1; *Generalitat Valenciana.*

COSTA-COMELLES, J.; RODRÍGUEZ, J.M.; ALONSO, A.; GRANADA, C.; SANZ, E.; BUENO, V.; MARZAL, C.; HERNÁNDEZ P.; GARCÍA-MARI; F. (1999). *Eficacia de varios Productos sobre Piojo Rojo de California (Aonidiella aurantii), Serpeta (Cornuaspis beckii) y Cotonet (Planococcus citri);* Levante Agrícola / 1er trimestre 1999.

DOMÍNGUEZ GENTO, A. (2001). *La sanidad en cítricos: un planteamiento ecológico y sostenible*; Phytoma-España, junio/julio 2001, pp. 16-22

GARCÍA MARÍ, F.; COSTA COMELLES, J.; FERRAGUT PÉREZ, F. (1994). *Plagas Agrícolas. Cap. 6 HOMÓPTEROS*; Ed. Agropubli, S.L. (PHYTOMA-España), pp. 153-180.

LLORENS CLIMENT, J.M. (1990). *Homóptera I. Cochinillas de los cítricos y su control biológico. Cap. I. Diaspinos*; Pisa Ediciones; pp. 35-106.

MOLINA, M.D.; AGUSTÍ, M. (2000). *Efecto de la aplicación de aceites minerales sobre la coloración de los frutos cítricos*; Levante Agrícola / 4º trimestre 2000.

RUBIO-SERRA, A.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; BONO, A.; LABORDA, R. (2002). *Control del Piojo Rojo de California, Aonidiella Aurantii Maskell (Hemiptera: Diaspididae), con aceite parafínico en Navelina Ecológica*; Phytoma España, junio-julio 2002.

Eficacia de Rotenona y dos extractos de Neem en el control del pulgón ceniciento del manzano

M. MIÑARRO, E. DAPENA

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13. 33300. Villaviciosa. Asturias. E-mail: *enriquedf@serida.org*

RESUMEN

Se han realizado cuatro ensayos de campo para estudiar el efecto de la aplicación de rotenona y dos extractos de neem comerciales (Align y Ain) sobre las poblaciones del pulgón ceniciento *Dysaphis plantaginea* Pass. y sobre los daños que causa este artrópodo.

En uno de los ensayos la infestación de pulgón ceniciento fue muy importante mientras que en los otros tres las poblaciones disminuyeron de forma natural sin haber causado daños importantes. La aplicación de rotenona con o sin aceite mantuvo un nivel de infestación muy bajo desde el primer control, aunque no siempre significativamente diferente, con eficacias próximas al 100 % tanto en la reducción de la infestación como del daño. El extracto de neem tardó más en mostrar su efecto insecticida, pero con el empleo del producto Align se logró disminuir significativamente la población del insecto en la plantación donde la infestación fue importante. Con el producto Ain no se controló el pulgón en esta plantación.

Respecto a los efectos secundarios sobre la acarofauna, aunque hubo una tendencia a una mayor abundancia de fitoseidos en los árboles testigo, no se establecieron diferencias significativas entre tratamientos excepto para el ácaro rojo en una fecha de muestreo.

INTRODUCCIÓN

El pulgón ceniciento *Dysaphis plantaginea* Pass (Homoptera: Aphididae) es la principal plaga del manzano en los primeros años de cultivo. Es una especie holocíclica y dioécica que tiene al manzano como hospedador primario y a *Plantago* spp. como hospedador secundario. Debido al bajo umbral de desarrollo, la eclosión de huevos se produce muy temprano en la primavera, creciendo sus poblaciones rápidamente sobre el manzano y requiriendo una acción inmediata para su control. En 24 horas puede comenzar a enrollar las hojas y deformar los brotes (FORREST y DIXON, 1975). Las manzanas infestadas quedan pequeñas y deformadas, perdiendo su valor comercial.

El control del pulgón ceniciento es especialmente importante en las plantaciones jóvenes, siendo hasta ahora escasas las opciones disponible en el caso de la producción ecológica. El cultivo de variedades tolerantes a este insecto resulta una estrategia de gran interés (DAPENA y

MIÑARRO, 2001), mientras que en el caso de utilizar variedades vulnerables la acción de enemigos naturales pueden mitigar el problema, pero casi siempre son necesarias medidas adicionales de control (MIÑARRO y DAPENA, 2001). En agricultura ecológica se permite el empleo de insecticidas selectivos, poco tóxicos y persistentes, de modo que resulten seguros para el hombre y el medio ambiente y faciliten el control biológico y la polinización natural (Reglamento (CEE) Nº 2092/91 Anexo II.B del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios). Entre los insecticidas que se pueden emplear en agricultura ecológica están la rotenona y el extracto de neem.

La rotenona es un compuesto que se extrae de la raíz de varias plantas, siendo la más frecuente *Derris elliptica* Benth., perteneciente a la familia Fabaceae. Es un insecticida natural no sistémico que actúa por ingestión y contacto, presentando bajas selectividad y persistencia (LABRADOR y REYES, 1999). Su eficacia en el control del pulgón ceniciento está limitada al contacto con el mismo, por lo que debe ser aplicado preferentemente antes de que las colonias de pulgón enrollen las hojas y se refugien en su interior.

El neem, *Azadirachta indica* A. Juss., es un árbol de origen asiático de la familia Meliaceae, de cuyas semillas se extrae una serie de compuestos con actividad biológica, siendo la azadiractina el más interesante para el control de plagas (SCHMUTTERER, 1990). La azadiractina es un insecticida de amplio espectro, sistémico y que actúa principalmente por ingestión. Como antagonista de la ecdisona, la hormona de la muda de insectos, interfiere con dicho proceso, causando el desarrollo incompleto o la muerte de los individuos. Al afectar la principal actividad insecticida al crecimiento, se recomienda su empleo sobre las poblaciones larvarias de la plaga. Los derivados de neem pueden afectar también al establecimiento de la plaga y a la oviposición en las plantas tratadas, así como disminuir la fecundidad y tener un cierto efecto ovicida (SCHMUTTERER, 1990). Debido a un relativamente débil efecto de contacto, los extractos de neem han resultado generalmente inocuos o poco dañinos para enemigos naturales u otros organismos beneficiosos como los polinizadores, no resultando tampoco peligrosos para la salud humana (SCHMUTTERER, 1990).

Se presentan los resultados de cuatro ensayos de campo en los que se valora la eficacia de la rotenona y dos extractos de neem en el control de las poblaciones y los daños de pulgón ceniciento. Adicionalmente, se ha evaluado el efecto sobre la acarofauna.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha evaluado la efectividad de la rotenona y dos extractos de neem, solos y acompañados de aceite de verano, en el control de las poblaciones y los daños de pulgón ceniciento. Los productos y dosis empleados se especifican en la Tabla I. Del extracto de neem se probaron dos productos comerciales, Align, con un 3,2% de azadiractina, y Ain, que presenta un 50 % de extracto de neem sin especificar la proporción de azadiractina.

Plantaciones de ensayo y diseño experimental

Los ensayos se llevaron a cabo en 2001 y en 2002 en dos plantaciones comerciales de manzano en Agricultura Ecológica situadas en Pruvia (Llanera) y Sariego, ambas en Asturias. La

plantación de Pruvia, de 4000 m^2, se estableció en 1992 con dos variedades de manzana de mesa injertadas en M 9 y formadas en sistema SOLEN. La de Sariego es un plantación de manzana de sidra sobre portainjertos MM 106 formada en eje. Tiene 1 ha de superficie y fue plantada en 1998.

Tabla I. Productos y dosis empleados en los ensayos

Materia	Producto comercial	Casa comercial	Formulación (%)	Riqueza	Dosis (% produc. comerc.)
Rotenona	Compagri 2005/P	Laboratorios Compal	L.E.	2	0,5
Extracto de Neem	ALIGN	Sipcam Inagra	C.E.	3,2*	0,06 - 0,08**
Extracto de Neem	AIN-1000L	Trabe	L.E.	50*	O,1
Aceite parafínico	Albelda A.M.	Insecticidas Albelda	L.E.	83	0,1 - 1***
Aceite blanco	Laincoil	Lainco	C.E.	83	1

* Para Align riqueza en azadiractina; para Ain riqueza en extracto de neem.
** Cuando se combinó con aceite parafínico se aplicó al 0,06%.
*** Con Rotenona se aplicó al 1% y con Align al 0,1%.

El ensayo en la plantación de Pruvia se realizó sobre la variedad de manzana de mesa *Reineta Encarnada* en 2001. Los tratamientos fueron: 1) Rotenona con aceite parafínico, 2) Ain, 3) Align, 4) Align con aceite parafínico y 5) un testigo sin tratar. El diseño experimental fue de 5 repeticiones al azar, siendo la repetición de 3 árboles, de los que se muestreó el del medio. En Sariego, el ensayo se llevo a cabo sobre la variedad *Durona de Tresali* en 2001 y sobre ésta y *Raxao* en 2002. En 2001 se valoró la efectividad de: 1) Rotenona con aceite blanco, 2) Ain, 3) Align y 4) un testigo, en un diseño al azar con 8 repeticiones de un árbol. En 2002, sobre la variedad *Durona de Tresali* se comparó la eficacia de Align, Rotenona y Rotenona con aceite blanco con un testigo sin tratar. El diseño fue al azar con 6 repeticiones de un árbol. Los productos evaluados sobre *Raxao* fueron Align y Rotenona, que se compararon con un testigo sin tratar en un diseño aleatorio de 8 repeticiones de un árbol.

Tratamientos

En la plantación de Pruvia, el primer tratamiento fue aplicado el 25 de abril de 2001 en estado fenológico E_2F_1. Se dio un segundo tratamiento inmediatamente antes del control T+15, y un tercero justo antes del control T+28. A continuación se decidió tratar los testigos debido a los daños que estaba originando el pulgón, de modo que en el último control los tratamientos fueron comparados entre sí pero no con el testigo.

En Sariego en 2001 se aplicó el primer tratamiento, también en estado E_2F_1, el 24 de mayo. Se dieron una segunda y una tercera aplicación tras los controles T+7 y T+21. Este último tratamiento no fue aplicado en las repeticiones de rotenona por considerarse innecesario al no detectarse pulgón en el control previo. En 2002 se aplicaron tres tratamientos en las mismas fechas en ambas variedades: el 18 de abril, cuando *Durona de Tresali* estaba en estado D y *Raxao* en estado C-C_3, el 26 de abril y el 13 de mayo, éste último sólo de Align.

En Pruvia, los tratamientos fueron aplicados mediante carretilla de tratamientos hasta goteo, con un gasto de caldo aproximado equivalente a 750 l/ha, y en Sariego mediante mochila de tratamientos con un gasto aproximado de 800 l/ha en 2001 y de unos 900-1000 l/ha en 2002.

Controles

Para valorar la eficacia sobre la infestación y daños de pulgón ceniciento se marcaron 10 brotes por árbol antes del comienzo del ensayo. La infestación en cada brote se evaluó según las siguientes categorías: (0)–sin pulgón; (1)–1 a 4 pulgones; (2)–5 a 20 pulgones; (3)–21 a 100 pulgones; y (4)–101 a 500 pulgones. El nivel de daño en cada brote se señaló como: (0)–sin daño; (1)–ligero enrollamiento lateral de la hoja; (2)–comienzo de enrollamiento; (3)–típica deformación causada por este pulgón; (4)–2 a 5 hojas con deformación típica; y (5)–más de 5 hojas con deformación típica. En 2001, se realizó un control previo al primer tratamiento (T+0) y luego a los 7 (T+7), 14 (T+14), 21 (T+21), 28 (T+28) y 35 días (T+35). En 2002 los controles se hicieron antes y 7, 20, 33 y 48 días después del primer tratamiento.

En 2001 se valoró el efecto de los tratamientos en las poblaciones de ácaros. Para ello, se tomaron muestras de 30 hojas por repetición,que se cogieron a la altura de la mano, la mitad del interior y la mitad del exterior de la copa y de todas las orientaciones (COSTA-COMELLES y col., 1994). Las muestras se metieron individualmente en bolsas de papel etiquetadas y fueron llevadas al laboratorio en una nevera portátil. Los ácaros se extrajeron tras 72 horas en embudos Berlese. Los controles se hicieron los días T + 7, T + 14, T + 28 y T + 35 en Pruvia y T + 7, T + 21 y T + 35 en Sariego.

Análisis

Para cada árbol muestreado se hizo una media del valor obtenido en cada uno de los 10 brotes tanto para la infestación como para los daños. Estas medias fueron comparadas en cada fecha de muestreo mediante análisis de varianza y la Prueba de Rango Múltiple de Duncan. La eficacia de los bioinsecticidas en la reducción de las poblaciones y los daños fue calculada mediante la fórmula de eficacia de Abbot:

$$FE_A = (1 - (N_{tratamiento} / N_{control})) * 100$$

siendo N el nivel de infestación o daño (según el caso).

Las poblaciones de ácaros en los distintos tratamientos se compararon mediante análisis no paramétricos de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque en todos los ensayos se partió de un nivel de infestación de pulgón ceniciento estadísticamente similar entre los tratamientos (P>0,05 para todos los casos), la evolución, tanto del nivel de infestación como del de deformación foliar, fue diferente según el bioinsecticida aplicado, estableciéndose diferencias significativas en varias de las fechas de muestreo (Figura 1).

Los niveles de infestación iniciales fueron parecidos en los cuatro ensayos, aunque los valores alcanzados, particularmente en el testigo, fueron bastante superiores en la plantación de Pruvia en 2001 que en cualquier ensayo en la plantación de Sariego, donde las poblaciones de este insecto comenzaron a remitir de forma natural pronto. Este descenso poblacional en los testigos cuestiona la necesidad de realizar un control de este insecto en ciertas plantaciones, años y/o variedades. En la Figura 2 se muestra la eficacia en la reducción de la infestación y el daño respecto al testigo de los bioinsecticidas evaluados.

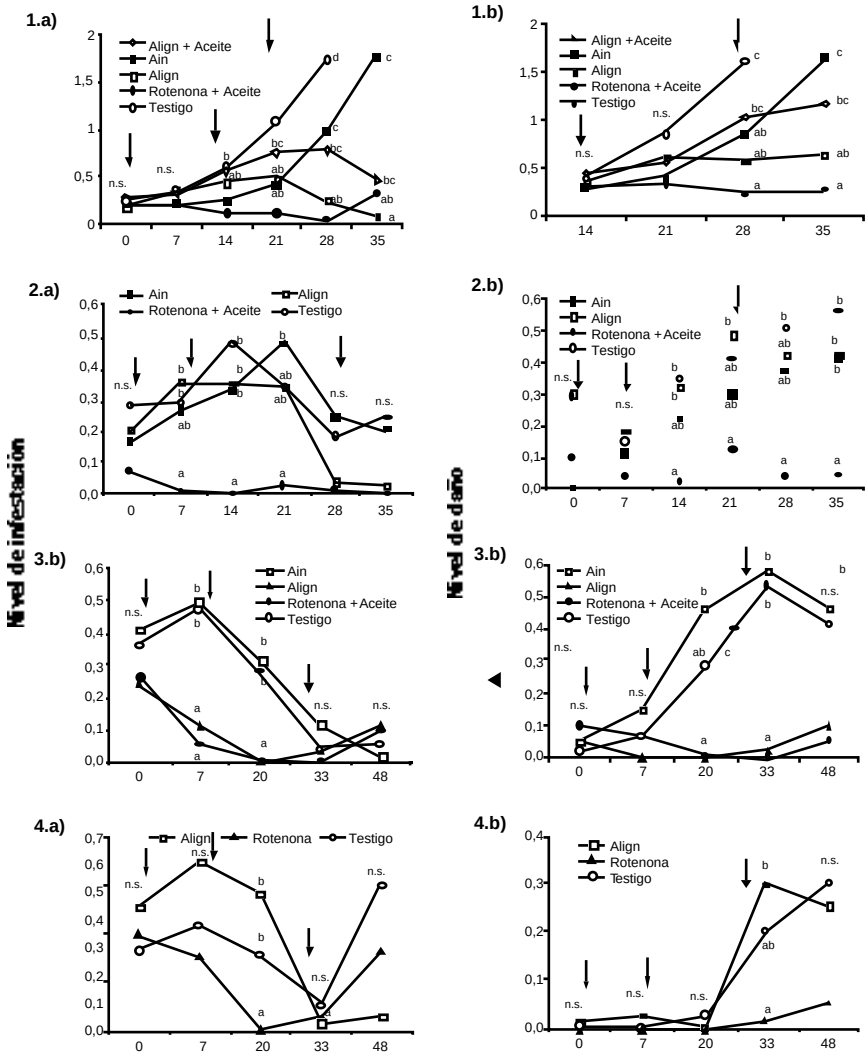


***Figura 1**. Nivel de infestación (a) y daño (b) de pulgón ceniciento en las variedades Reineta Encarnada en Pruvia 2001 (1), Durona de Tresali en Sariego 2001 (2) y 2002 (3) y Raxao en Sariego 2002 (4), según el tratamiento aplicado. Se presentan los niveles de infestación y daño en diferentes días tras el primer tratamiento. Las flechas indican el momento en que se realizaron las aplicaciones*

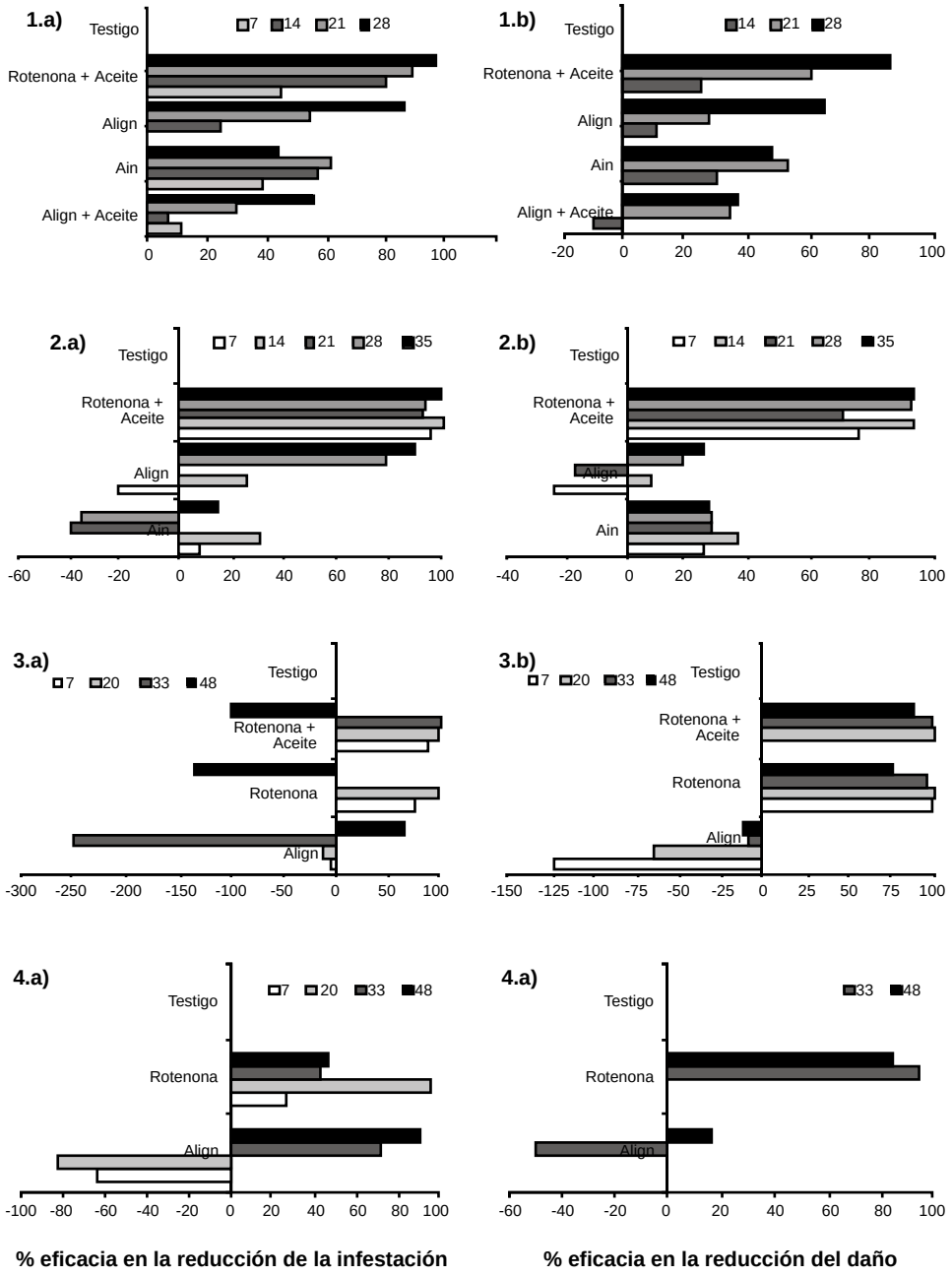


***Figura 2**. Eficacia de bioinsecticidas en la reducción de la infestación (a) y el daño (b) de pulgón ceniciento en las variedades Reineta Encarnada en Pruvia 2001 (1), Durona de Tresali en Sariego 2001 (2) y 2002 (3) y Raxao en Sariego 2002 (4). Se indica la eficacia de Abbot en diferentes días tras el primer tratamiento*

La tendencia en todos los ensayos fue que la rotenona, con o sin aceite, mantuvo el menor nivel de infestación desde el primer control, aunque no siempre esa reducción fue significativa respecto al testigo o a los extractos de neem (Figura 1). La rotenona mostró eficacias próximas al 100% en la disminución de los niveles de infestación y daños en todos los ensayos, aunque en 2002 esa eficacia disminuyó en el último control debido a un resurgimiento de las poblaciones de pulgón proporcionalmente mayor en ese tratamiento (Figuras 1 y 2).

El efecto del Align sobre las poblaciones de pulgón ceniciento comenzó a notarse a partir de los 20 días. En el caso de Pruvia, donde hubo una mayor infestación, el Align se mostró muy eficaz disminuyendo significativamente la población de pulgón desde la tercera semana, mientras que en los ensayos de Sariego la reducción de las poblaciones de pulgón ocurrió tanto en los árboles tratados con extracto de neem como en los árboles no tratados, por lo que no podemos asegurar si esa reducción se debe al efecto de la azadiractina o a la propia tendencia poblacional. No obstante, en tres de los cuatro ensayos, la eficacia del Align a las cuatro semanas del primer tratamiento se situó en torno al 80%. Debido a su efecto retardado sobre las poblaciones del pulgón, la eficacia en la reducción de las deformaciones en los brotes fue baja, resultando en un caso negativa (Figura 2). Cuando el Align fue aplicado a una dosis más baja acompañado de un aceite, redujo su eficacia, aunque los niveles de daño e infestación no fueron estadísticamente diferentes de los del Align aplicado solo (Figuras 1 y 2). En nuestros ensayos realizamos tres aplicaciones de este bioinsecticida, pero si la persistencia del Align es tan grande como la de otras formulaciones de azadiractina (SCHULZ y col. (1997) sólo requerían una aplicación de NeemAzal) posiblemente podría disminuirse este número.

El Ain fue evaluado en 2001, mostrando peor respuesta que el Align en especial en el ensayo de Pruvia, en que no fue capaz de controlar las poblaciones del pulgón ceniciento.

Schulz *y* col. (1997) no encontraron efectos secundarios del extracto de neem ni sobre el aclareo ni sobre el russeting de las manzanas. Sin embargo, se han detectado efectos de fitotoxicidad sobre algunas variedades de pera (KIENZLE y col., 1997). En nuestro ensayo hemos observado quemadura de pétalos en Pruvia en el tratamiento de rotenona con aceite parafínico aunque no en Sariego cuando el aceite fue Laincoil. Con la aplicación de los extractos de neem no se observó efecto fitotóxico alguno.

La abundancia de ácaros fue muy diferente entre las plantaciones de Sariego y de Pruvia. En Sariego solamente se capturó un fitoseido mientras que en Pruvia la acarofauna fue abundante, identificándose fitoseídos, *Panonychus ulmi* (Koch), *Zetzellia mali* (Ewing) y ácaros tetraníquidos del género *Bryobia* (Figura 3). Debido a una gran variabilidad en el número de ácaros dentro de los tratamientos, no se establecieron diferencias significativas excepto para el ácaro rojo en una fecha de muestreo (Figura 3), aunque en lo que respecta a los fitoseidos, parece haber una tendencia a una mayor presencia de estos ácaros en los árboles no tratados. El fitoseido de Sariego perteneció a una especie del género *Phytoseius*, mientras que en Pruvia, el 92,7% de los 109 fitoseidos capturados fueron *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) y el 7,3% restante *Amblyseius andersoni* (Chant), lo que se corresponde con la composición de especies observada en otras plantaciones asturianas a principios de verano, donde estas dos especies son las dominantes (MIÑARRO y col., 2002).

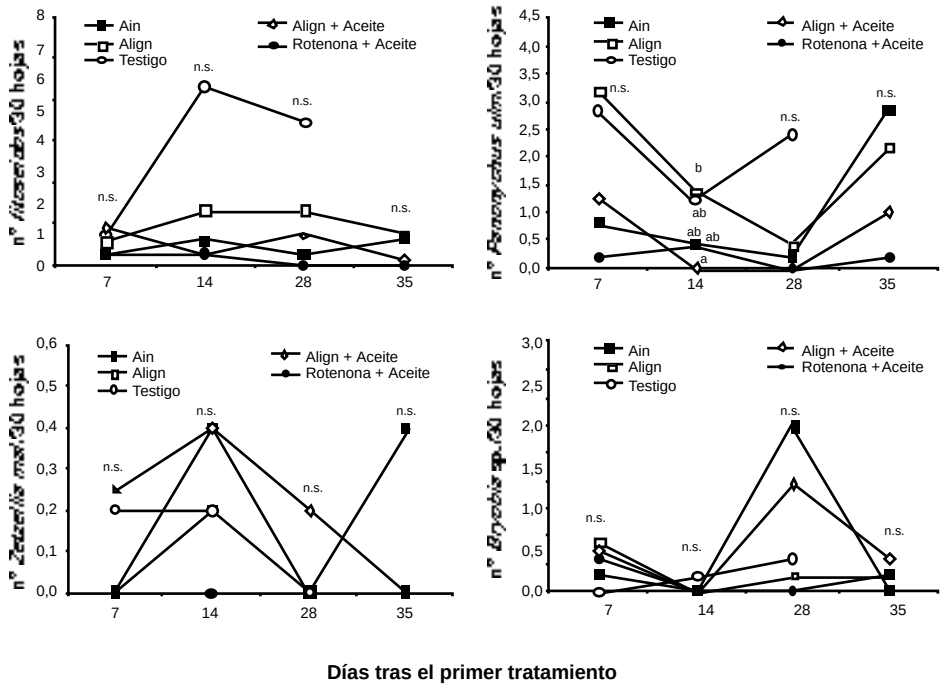


***Figura 3**. Efecto de los bioinsecticidas sobre la fauna de ácaros en el ensayo sobre la variedad Reineta Encarnada (Pru - via 2001). Se presenta el número medio de fitoseidos, Panonychus ulmi, Zetzellia mali y Bryobia sp. en una muestra de 30 hojas*

CONCLUSIONES

1. La intensidad y la fenología de la infestación del pulgón ceniciento pueden variar ampliamente entre plantaciones, variedades y/o años.
2. Desde los estados C-C_3 a E_2F_1, antes del enrollamiento de hojas y brotes, la aplicación de rotenona, con o sin aceite, resulta muy eficaz para el control del pulgón ceniciento.
3. La formulación de extracto de neem Align resultó un producto eficaz para controlar las poblaciones de este pulgón en la plantación donde la infestación fue importante al aplicarse en estadíos fenológicos tempranos, aunque debido a su acción retardada, la deformación de brotes fue mayor que con el tratamiento de rotenona. La formulación Ain, sin embargo, no se mostró tan eficaz contra esta plaga.
4. Ninguno de los productos empleados afectó significativamente a las poblaciones de ácaros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Santiago Pérez y Aquilino González su colaboración para realizar los ensayos en sus plantaciones, a Francisco Ferragut la confirmación de la identificación de los ácaros y al Principado de Asturias la financiación económica.

BIBLIOGRAFÍA

COSTA-COMELLES, J., SANTAMARÍA, A., FERRAGUT, F; GARCÍA-MARÍ, F. (1994). Poblaciones de ácaros en la cubierta vegetal de huertos de manzanos. Bol. San. Veg. Plagas 20: 339-355.

DAPENA, E.; MIÑARRO, M. (2001). Evaluation of the tolerance to the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) in descendants of the crossing 'Raxao' x 'Florina'. En: J. AVILLA y F. POLESNY (Eds.) International Conference on Integrated Fruit Production. IOBC wprs Bulletin, 24 (5): 247-251.

FORREST, J.M.S.; DIXON, A.F.G. (1975). The induction of leaf-roll galls by the apple phids *Dysaphis devecta* y *D. plantaginea*. Ann. Appl. Biol. 81: 281-288.

KIENZLE, J., SCHULZ, C.; ZEBITZ, C.P.W. (1997). Two years of experience with the use of NeemAzal in organic fruit orchards. En: H. KLEEBERG y C.P.W. ZEBITZ (eds.) Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones V: 27-31.

LABRADOR, J.; REYES, J.L. (1999). Guía de productos utilizables en agricultura y ganadería ecológicas. Secretaría General Técnica. Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. Badajoz, 386 pp.

MIÑARRO, M.; DAPENA, E. (2001). Predators of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) in Asturian (NW Spain) apple orchards. En: J. AVILLA y F. POLESNY (Eds.) International Conference on Integrated Fruit Production. IOBC wprs Bulletin, 24 (5): 241-245.

MIÑARRO, M., DAPENA, E.; FERRAGUT, F. (2002). Ácaros fitoseidos (Acari: Phytosiidae) en plantaciones de manzano de Asturias. Bol. San. Veg. Plagas. 28 (2): 289-299.

SCHMUTTERER, H. (1990). Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297.

SCHULZ, C., KIENZLE, J. y ZEBITZ, C.P.W. (1997). Effects of different NeemAzal-formulations on apple aphids and *Aphis fabae* Scop. En: H. KLEEBERG; C.P.W. ZEBITZ (Eds.) Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones V: 81-92.

Influencia de diversas técnicas de control de adventicias sobre una comunidad de estafilínidos (*Coleoptera: Staphylinidae*) en un cultivo de manzano

VÍCTOR A. SUÁREZ-ÁLVAREZ[1], MARCOS MIÑARRO[2]

[1] Dpto. Biología Animal, Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. 24071. León (España). e-mail: dbavsa@unileon.es
[2] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13. 33300. Villaviciosa. (Asturies, España). e-mail: manzano3@princast.es

RESUMEN

Se estudia el efecto de diversas técnicas de control de plantas adventicias (acolchados con corteza de pino, con hierba y con plástico, aplicación de un herbicida y control mecánico frente a una parcela que tan solo era segada o testigo) sobre la comunidad de Estafilínidos (Fam. Staphylinidae).

Un total de 160 ejemplares, pertenecientes a doce especies, fueron capturados con trampas de caída. Los datos obtenidos fueron estudiados atendiendo a su abundancia, aplicando índices de diversidad y realizando un análisis de afinidad para interpretarlos.

De los resultados se concluye que las parcelas tratadas con herbicida muestran diferencias significativas respecto a las demás especialmente frente a las testigo. Igualmente la presencia de materia vegetal en la superficie del suelo como acolchado, favorece la presencia de algunas especies.

INTRODUCCIÓN

El control de plantas adventicias en los primeros años de plantación, tiene una importancia trascendental en el buen desarrollo del cultivo. El mantenimiento y manejo de una cobertura vegetal se hace necesaria para mantenerlo libre de la competencia por agua y nutrientes. El tipo de manejo puede afectar, además de a los manzanos, a la fauna edáfica.

Los Estafilínidos son coleópteros polífagos, de hábitos depredadores o saprófagos preferentemente. Estos dos grupos tróficos son especialmente sensibles a la contaminación de suelos (BUTOVSKY, 1996), lo que nos indica cierta capacidad indicadora de alteraciones en su medio. Esta capacidad bioindicadora ha sido ampliamente estudiada en Carábidos y algo menos en Estafilínidos, señalándose como indicadores en general (BOHAC, 1999) o en medios agrícolas y en sentido amplio (GOOD y GILLER, 1991; PFIFFNER y NIGLI, 1996; DENNIS y col., 1997; REDDERSEN, 1997; ANDERSEN y ELTUN, 2000).

Carábidos y Estafilínidos son usualmente los dos grupos de Coleópteros más abundantes en ambientes edáficos agrícolas y, dentro de éstos, las especies que más comúnmente aparecen son las propias de ambientes sometidos a perturbarciones (KUTASI y col., 2001).

Como depredadores no especializados, los Estafilínidos son potenciales agentes de control biológico, cuestión ya comprobada en el caso de pulgones (KOWALSKI, 1986; DENNIS y SOTHERTON, 1994; ANDERSEN, 1992), que se alimentan preferentemente de Nematodos, Colémbolos, imagos de pequeños insectos y larvas (BOHAC, 1999), todos ellos animales potenciales plagas o vectores de parásitos de cultivos.

La presencia de estos insectos en el agroecosistema depende de diversos factores como los cambios en el paisaje agrario, uso de fertilizantes químicos, drenaje del terreno, cambios en el tipo de cultivo o el uso de insecticidas o herbicidas, con lo que se pueden considerar buenos indicadores de cambios en las técnicas agrícolas (BOHAC, 1999).

En este último aspecto se desarrolla el presente trabajo, donde se exponen los resultados y las conclusiones a que se ha llegado tras estudiar una comunidad de estafilínidos en un cultivo comercial de manzano en parcelas sometidas a diferentes tipo de gestión de plantas adventicias. La captura se lleva a cabo mediante trampas de caída a fin de estimar su abundancia, pero con la salvedad asumida de que éstas evalúan sólo la densidad de actividad de estos coleópteros. Las limitaciones de este método son discutidas ampliamente en Greenslade (1964). Es de señalar que un adecuado ambiente para el desarrollo de estos organismos, puede revertir en una menor influencia de determinadas plagas en la producción de manzana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de muestreo y diseño experimental

El trabajo de campo fue llevado a cabo durante el año 2000, en una plantación comercial de manzana de sidra en la localidad de Villaviciosa (43º30’N, 5º30’W), Asturies (NW España). En esta plantación de tres años con variedades locales, los árboles están dispuestos en filas con 2,75 m de separación entre plantas dentro de la fila y 5,5 m de separación entre filas. La plantación se gestiona bajo criterios de producción integrada.

A partir de un experimento previo para valorar el efecto de la gestión de adventicias sobre el crecimiento y productividad de los frutales (DAPENA e IGLESIAS, datos sin publicar), se establecieron los lugares de muestreo. El diseño fue de cuatro bloques consistentes en una fila de manzanos y varias parcelas de once árboles consecutivos en cada fila, una con cada uno de los seis tratamientos, ubicadas de forma aleatoria. De esta forma cada tratamiento se repitió cuatro veces, una por bloque. Se llevaron a cabo seis tipos de técnicas para el control de adventicias durante el año 2000: 1) Acolchado con corteza de pino, consistente en una capa de 15-20 cm de grosor; 2) Acolchado con plástico de polietileno negro; 3) Acolchado con hierba seca en una capa de 15-20 cm de grosor; 4) Control mecánico, con pasadas de rotovator a principio de la primavera y el 31 de agosto; 5) Aplicación de un herbicida, glifosato (Roundup, Rhône Poulenc), a principio de la primavera y el 30 de agosto y 6) Testigo, donde segó la hierba tres veces desde abril a julio. Cada tratamiento se extendió aproximadamente 0,70 m a cada lado de la fila de árboles.

Método de captura de ejemplares

Los ejemplares fueron capturados con trampas de caída de 6,5 cm de diámetro. Cada trampa contenía una solución de etanol con detergente para reducir la tensión superficial y procurar la conservación de los Coleópteros. Las trampas fueron cubiertas con una teja para evitar la entrada de agua de lluvia.

Se instalaron dos trampas por repetición, con una separación de 14 m entre ellas, por primera vez el 28 de julio. Semanalmente se vaciaron las trampas desde el 3 de agosto al 2 de noviembre. Los especímenes así recolectados fueron conservados en alcohol etílico al 70% para su posterior estudio.

Análisis de los datos

A partir de los datos obtenidos, se determinó la estructura de la comunidad de Estafilínidos en cada tipo de tratamiento. Las parcelas con un mismo tipo de manejo (cuatro repeticiones en cada caso) fueron tratadas en conjunto, dado el pequeño número de ejemplares capturados.

Se realizó un análisis de afinidad (método de Ward y distancias euclídeas, paquete estadístico Statistica) entre los distintos tipos de tratamiento. El índice de diversidad utilizado fue el índice de Shannon-Wiener con logaritmos neperianos (MAGURRAN, 1989), aplicando posteriormente un test «t» para comprobar si existían diferencias significativas entre cada grupo de parcelas (HUTCHESON, 1970).

RESULTADOS

Fueron capturados 160 individuos pertenecientes a 12 especies (Tabla I). En cuanto a abundancias absolutas, *Tasgius pedator* Gravenhorst muestra el mayor número de capturas, debido sobre todo a su dominancia en las parcelas tratadas con herbicida, donde representa más de la mitad del total de ejemplares. *Megalinus glabratus* Gravenhorst, en menor medida también está bien representado, especialmente en las parcelas tratadas con herbicida y bajo control mecánico de adventicias. Es de destacar que en estas dos parcelas, también se presentan las mayores abundancias totales de individuos, lo que contrasta con su menor valor de diversidad (Figura 1). La parcela testigo no muestra dominancia clara de ninguna especie.

Tabla I. Abundancias absolutas de cada especie por tipo de manejo y totales. T: testigo, H: tratamiento con herbicida, PL: acolchado con plástico, M: control mecánico, PI: acolchado con pino, Y: acolchado con hierba

	H	M	T	PL	PI	Y	Tot.	%
Tasgius (s. str.) pedator Gravenhorst, 1802	32	10	7	10	2	1	62	38,8
Megalinus glabratus Gravenhorst, 1802	11	13	7	1	2	1	35	21,9
Quedius (s. str.) simplicifrons Fairmaire, 1861	9	3	5	5	1	2	25	15,6
Quedius (s. str.) pallipes Lucas, 1849	3	4	3	1	0	1	12	7,5
Pseudocypus (s. str.) aethiops Waltl., 1835	0	0	0	0	5	4	9	5,6
Ontholestes murinus L., 1785	1	0	3	1	0	0	5	3,1
Staphylinus dimidiaticornis Gemminger, 1851	0	0	2	0	0	2	4	2,5
Quedius (s. str.) tristis Gravenhorst, 1802	0	0	2	1	1	0	4	2,5
Pseudocypus (s. str.) obscuroaeneus Fairmaire, 1852	0	0	0	0	0	1	1	0,6
Ocypus olens Müller, 1764	0	0	0	1	0	0	1	0,6
Alapsodus (Allocypus) winkleri Bernhauer, 1906	0	0	0	0	1	0	1	0,6
Philonthus (s. str.) cognatus Stephens, 1832	0	1	0	0	0	0	1	0,6
Total de capturas	56	31	29	20	12	12	160	100
Nº de especies	5	5	7	7	6	7	12	

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el mayor valor lo presentan las parcelas testigo y el menor las tratadas con herbicida seguida de las de control mecánico (Figura 1).

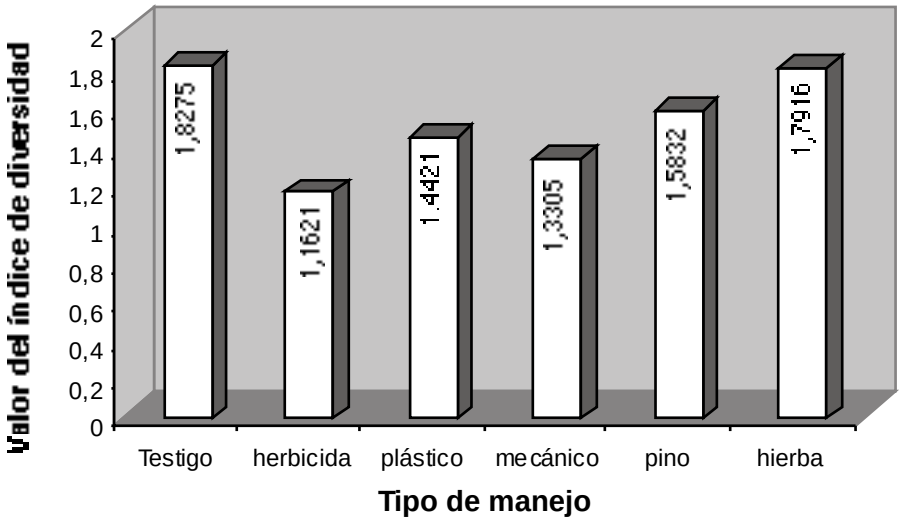


Figura 1. *Valores de diversidad de Shannon-Wiener según el tipo de manejo*

En estos dos tipos de manejo se muestra una apreciable dominancia de *Tasgius pedator* Gravenhorst y *Megalinus glabratus* Gravenhorst, responsable de este bajo valor de diversidad. Las parcelas de acolchado con corteza de pino y con hierba presentan valores intermedios.

Tras el cálculo del estadístico «t», solamente resultan significativas las diferencias entre el testigo y el tratamiento con herbicida (t = 4,37 con 78 g.l.; P< 0,001), entre el testigo y el control mecánico (t = 3,05 con 59 g.l.; P< 0,01) y entre el tratamiento con herbicida y el acolchado con hierba (t = 2,58 con 19 g.l.; P< 0,02).

El dendrograma de afinidad (Gráfico 2) pone de relieve la similitud en cuanto a composición específica y abundancias en cada tratamiento. Básicamente se observan tres grupos: el testigo con el acolchado con plástico y el control mecánico; el acolchado con corteza de pino y con hierba y por otro lado el tratamiento con herbicida. Este último muestra la menor afinidad con el resto (expresado en distancias euclídeas). Las tipos de manejo más afines son los de acolchado con pino y hierba.

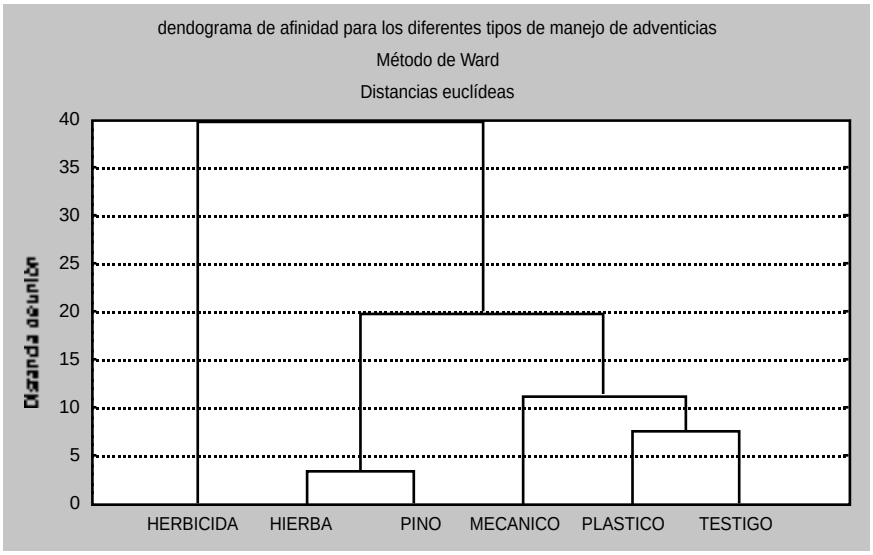


Gráfico 2. *Dendrograma de afinidad entre los diferentes tipos de manejo.*

DISCUSION

Los Estafilínidos capturados pertenecen a la familia Staphylinidae, antes subfamilia Staphylinoidea dentro de la antigua familia Staphylinidae. Los ejemplares capturados son preferentemente depredadores no especializados y activos (COIFFAIT, 1972; BOHAC, 1999), y se pueden clasificar dentro de los grupos 4 y 5 en cuanto a tamaño (BOHAC y RUZICKA, 1990), caracterizados por su mayor tamaño (7,1 a 11 mm y más de 11 mm respectivamente), su resistencia a la deshidratación, su movilidad y su fácil captura en trampas de caída.

No podemos hablar de especies ligadas a un tipo determinado de manejo de adventicias (Tabla I), puesto que ninguna de las estudiadas muestra un patrón claro al respecto. Las que apare-

cen representadas en una sola parcela (*Ocypus olens* Müller, *Alapsodus winkleri* Bernhauer y *Philonthus cognatus* Stephens en acolchado con plástico, acolchado con corteza de pino y control mecánico, respectivamente) lo hacen con un solo ejemplar.

Las parcelas tratadas con herbicida, a pesar de poseer la mayor abundancia absoluta de individuos, presentan la menor diversidad, significativamente menor que el testigo ($P< 0,001$). Una apreciable abundancia de artrópodos en parcelas tratadas con herbicida ya ha sido señalado en anteriores experiencias (CASTRO y col., 1996). En este trabajo se concluye que el uso de herbicidas no influye negativamente en las poblaciones de micro y macro artrópodos, incluidos coleópteros. Se afirma igualmente que la presencia de restos vegetales parece ser el factor que influye en mayor medida sobre la composición de la fauna, ya que condiciona un ambiente más estable. El tratamiento con herbicida también parece no influenciar la actividad de los Estafilínidos en experimentos de campo (BOHAC y POSPISIL, 1984; BOHAC, 1999) o se comprueba que su efecto es menor que el de otros fitosanitarios (GRÉGOIRE-WIBO, 1983). A la vista de los resultados del presente experimento parece que se corroboran las conclusiones anteriores. No obstante, esa mayor abundancia, se manifiesta en una dominancia de pocas especies. Esto puede deberse a la desaparición o reducción de efectivos de los individuos más sensibles a la alteración del medio, permitiendo a los más resistentes desarrollar sus poblaciones al disminuir la competencia interespecífica.

En cualquier caso parece que la presencia de materia vegetal, al menos, tiene un efecto positivo sobre la diversidad de especies, puesto que los mayores valores se dan en las parcelas con acolchados de corteza de pino, acolchado con hierba y en la testigo (donde sólo se segó la hierba, pero existe una cubierta vegetal). Un efecto similar ya se ha constatado, comprobándose que la materia y la cobertura vegetal sirven como refugio de imagos y lugar de desarrollo de subadultos de Estafilínidos (BOHAC y col., 1999).

El dendrograma de afinidad (Figura 2) muestra una clara diferencia entre las parcelas tratadas con herbicida y las demás, con lo que aparece más clara la posible influencia de esta técnica de control de adventicias en la comunidad de Staphylinidae. El grupo que forman acolchados con hierba y corteza de pino presenta la mayor afinidad, pero se separan en este caso del testigo. Es posible que este hecho indique un efecto de la presencia de restos vegetales frente a la simple cobertura del suelo, aunque sea con vegetación. En la parcela testigo, en principio se retira la hierba segada, pero se mantiene constante una cobertura, que en cuanto a la composición de la comunidad es posible que tenga un efecto similar al acolchado con plástico (siempre según los resultados de afinidad por el método de Ward y distancias euclídeas). Podemos concluir que la presencia de materiales vegetales muertos o en descomposición (es el caso del acolchado con pino y hierba) favorece la presencia de determinadas especies. En este caso es destacable la presencia de dos especies del género *Pseudoypus* (ver Tabla I) que aparecen solamente en las parcelas referidas.

En líneas generales, parece que el tipo de manejo de las adventicias tiene un efecto sobre las comunidades de Staphylinidae que se manifiesta en los valores de diversidad y en la composición específica de cada unidad de muestreo. Determinadas prácticas agrícolas parecen más adecuadas que otras, sobre todo si pretendemos conservar un cierto número de potenciales enemigos naturales de plagas. Para ello hay que procurar una gestión del agroecosistema conservando determinados hábitats y condiciones ambientales (LANDIS y col., 2000), donde un acertado manejo de la cobertura del suelo es una más de las medidas a adoptar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a María Sánchez de Posada su asistencia práctica en la realización de este trabajo y a Antonio Torres su permiso para realizar el estudio en su plantación.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSEN, A. (1992). Predation by selected carabid and staphylinid species on the aphid *Rhopalosiphum padi* in laboratory and semifield experiments. *Norwegian Journal of agricultural Sciences*. 6: 265-273.

ANDERSEN, A.; ELTUN, R. (2000). Long-term developments in the Carabid and Staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *J. Appl. Ent.* 124: 51-56.

BOHAC, J.; POSPISIL, J. (1984). Carabids and staphylinids of wheat and maize fields and their relationships with surrounding biotopes. *Sov. Rev. Ecol.* 3: 22-34.

BOHAC, J.; RUZICKA, V. (1990). Size groups of Staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae). *Acta Entomol. Bohemoslov.*. 87: 342-348.

BOHAC, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agricultura, Ecosystems and Environment.* 74: 357-372.

BOHAC, J.; JEDLICKA, P.; FROUZ, J. (1999). Changes in communities of Staphylinids beetles (Coleoptera, Staphylinidae) during secondary sucession in abandoned fields. Tajovsk_, K. & Pizl, V. (eds.): *Soil Zoology in Central Europe. 19-25.*

BUTOVSKY, R.O. (1996). Insects in bioindication of soil pollution. In N.M. van Straalen and D.A. Krivolutsky (eds.). Bioindication Systems for Soil pollution. Kluver Academic Publishers, The Netherlands. pp 155-163.

CASTRO, J.; CAMPOS, P.; PASTOR, M. (1996). Influencia de los sistemas de cultivo empleados en olivar y girasol sobre la composición de la fauna de artrópodos en el suelo. *Bol. San. Veg., Plagas.* 22: 557-570.

COIFFAIT, H. (1972). Coléoptères Staphylinidae de la Région Palèarctique Occidentale. I. Generalites, Sous-families: Xantholininae et Leptityphlinae. *Supplément à la Nouvelle Revue d'Entomologie. Tome II, fascicule 2.* 651 pp.

DENNIS, P.; SOTHERTON, N.W. (1994). Behavioral aspects of staphylinids beetles that limit their aphid feeding potential in cereal crops. *Pedobiologia.* 38: 222-237.

DENNIS, P.; YOUNG, M.R.; HOWARD, C.L.; GORDON, I.J. (1997). The response of epigeal beetles (Col.: Carabidae, Staphylinidae) to varied grazing regimes on an upland *Nardus stricta* grasslands. *Journal of applied Ecology*. 34: 433-443.

GRÉGOIRE-WIBO, C. (1983). Incidences écologiques de traitements pgytosanitaires en culture de betterave sucrière. II. Acariens, polydesmes, Staphylins, Cryptophagides et Carabides. *Pedobiologia.* 25: 93-108.

GOOD, J.A.; GILLER, P.S. (1991). The effect of cereal and grass management on Staphylinid (Coleoptera) assemblages in south-west Ireland. *Journal of applied Ecology*. 28: 810-826.

GREENSLADE, P.J.M. (1964). Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology.* 33: 301-310.

HUTCHESON, K. (1970). A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theor. Biol.*, 29: 151-154.

KOWALSKI, R. (1986). Biology of *Tachyporus* spp. (Coleoptera, Staphylinidae) in relation to their role as pedrators of cereal aphids. In *Feeding behaviour and accesibility of food for carabid beetles*, V th Meeting of European Carabidologists. Warsaw Agricultural University Press, Warsaw, 97-104.

KUTASI, CS.; BALOG, A.; MARKÓ, V. (2001). Ground dwelling Coleoptera fauna of commercial apple orchards. *Integrated Fruit Production. IOCB/wprs Bulletin.* 24 (5): 215-219.

LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pest in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175-201.

MAGURRAN, A.E. (1989). Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedrà. 200 pp.

PFIFFNER, L.; NIGGLI, U. (1996). Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. *Biological Agriculture and horticulture*. 12: 353-364.

REDDERSEN, J. (1997). The arthropod fauna of organic versus conventional cereal fields in Dennmark. In *Entomological Research in Organic Agriculture.* AB Academic publishers, 1997, pp. 61-71.

Efectos de la aplicación de insecticidas ecológicos y convencionales sobre maíz forrajero. Los beneficios ecofisiológicos del nim

NURIA PEDROL*, CONSUELO GONZÁLEZ, Y ANTONIO MARTÍNEZ

[1] S.E.R.I.D.A. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Finca «La Mata». Apdo 13, 33820 – Grado (Asturias), España. *e-mail: npedrol@serida.org

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el contexto de la producción de forrajes ecológicos, y más concretamente en el cultivo ecológico de maíz. La incidencia puntual de ciertas plagas sobre el maíz exige a menudo la utilización de insecticidas ecológicos, siempre que se hayan adoptado las medidas básicas de prevención ecológica de plagas, como la rotación de cultivos y los laboreos oportunos. Sin embargo, aunque el modo de acción de ciertos insecticidas naturales como el *Bacillus thuringiensis* y el aceite de nim (*Azadirachta indica*) se conoce en profundidad, sus efectos sobre la fisiología del cultivo no han sido apenas estudiados. En este trabajo se investigan los efectos de la aplicación de estos insecticidas ecológicos sobre la germinación y el crecimiento de maíz forrajero, así como sus efectos sobre la eficiencia fotosintética del cultivo mediante el uso de técnicas de fluorescencia, en comparación con un insecticida convencional de uso extendido. Como resultado más relevante, la aplicación de aceite de nim (azadiractina 3000 ppm) como tratamiento preventivo del grano (al 0.5 %) y en emergencia pulverizado sobre la planta (al 0.2 %) mejoró significativamente su productividad. Se comprueba, por vez primera, el efecto estimulante del nim sobre la fotosíntesis, que se discute como posible fundamento ecofisiológico de su eficacia.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Si bien se han descrito algunos signos visibles de toxicidad provocados por la utilización de productos químicos de síntesis en agricultura convencional, hasta el momento se ha prestado muy poca atención a sus repercusiones potenciales y menos evidentes sobre la fisiología del cultivo (LEGASA, 1995; LAMPKIN, 1998). Muchos autores siguen profundizando en otros efectos colaterales indeseables del uso de fitosanitarios, como la proliferación oportunista de otros fitófagos debida a la eliminación masiva de su competidor natural, o el desarrollo de resistencias (p. ej., WILSON y col., 1999; COCKER y col., 2000). Sin embargo, la proliferación de otras plagas y el desarrollo de nuevas enfermedades o el recrudecimiento de otras antiguas, puede deberse también al debilitamiento y la consiguiente sensibilización del cultivo provocada por la

aplicación del pesticida. En especial, y más concretamente en el caso de aplicación de herbicidas y fungicidas convencionales, se han descrito efectos inhibitorios de la síntesis de proteínas en el cultivo, la inducción de la proteolisis, y ciertas evidencias de daño fotosintético (CHABOUSSOU, 1985; PRASAD y RAMA DEVI, 2002). Sin embargo, en el caso de los insecticidas de síntesis, las numerosas referencias bibliográficas consultadas apenas consideran los efectos fisiológicos sobre el propio cultivo tratado.

La eficacia del aceite de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) y del bioinsecticida *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) como insecticidas respetuosos con el medio ambiente y sanitariamente inocuos ha sido ampliamente reconocida (JACOBSON, 1989; National Research Council, 1992; MOLERA, 1995; HALL y MENN, 1999). Tanto es así que en los últimos años se han publicado algunos trabajos en revistas científicas de primera línea asumiendo por fin una mayor efectividad de los insecticidas ecológicos, la práctica ausencia de efectos colaterales indeseables, e incluso la obtención de mejores rendimientos de cosecha si se compara con la aplicación de insecticidas de síntesis (RUSSELL y col., 1999; GOUDEGNON y col., 2000; LIBURD y col., 2000; BOGUSLAWSKI y BASEDOW, 2001; LIU y SENGONCA, 2002). Aunque los modos de acción del nim y del Bt sobre las plagas que controlan están siendo estudiados en profundidad (MORDUE, 1998; LECADET y col., 1999; GOVINDACHARI y col., 2000; GELBI y NMEC, 2001; VON ELLING y col., 2002; GAJMER y col., 2002), hasta el momento la base ecofisiológica de sus ventajas para el cultivo con respecto a los insecticidas de síntesis no se discute.

En este trabajo se aborda el estudio comparativo de los efectos de la aplicación de insecticidas ecológicos (Bt var. *israelensis*, Bt var. Kurstakii, y aceite de nim) y convencionales (cipermetrina) en maíz forrajero. Se tendrán en cuenta distintos aspectos de la ecofisiología del cultivo, estudiando algunas variables relacionadas con la germinación y el crecimiento. Además, se estudiarán también los posibles efectos estresantes de la aplicación de estos insecticidas sobre el cultivo mediante el uso de técnicas de fluorescencia: Una parte de la luz que recibe la planta no llega a ser utilizada para las reacciones químicas de la fotosíntesis, sino que se disipa como calor y como fluorescencia *in vivo* de clorofilas. Este tipo de fluorescencia puede ser medida mediante técnicas no destructivas con aparatos fáciles de usar en el campo; así, el fluorómetro PEA (*Plant Efficiency Analyser*, Hansatech Instruments, Ltd.) permite medir ciertos parámetros asociados con la dinámica de este fenómeno, dando una estima del posible daño causado al aparato fotosintético del cultivo por diferentes factores, ya sean naturales o inducidos. Aunque la técnica ya se ha utilizado para medir los efectos de la contaminación ambiental y de ciertos herbicidas (p. ej., LICHTENTHALER y RINDERLE, 1988), en este estudio se empleará por vez primera la medida de la fluorescencia de clorofilas para evaluar los posibles efectos en la eficiencia fotosintética del cultivo (determinante de la productividad) derivados de la aplicación de insecticidas.

PRELIMINARES

El trabajo se enmarca en el proceso de conversión de una finca ecológica (Posada de Llanera, Llanera, Asturias) para la producción de forrajes ecológicos, dentro del proyecto «Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España húmeda» (INIA RTA01-144-C5-2).

A finales de mayo de 2002, tras laboreo conveniente y como primera rotación, se procedió a la siembra de un cultivar de maíz forrajero FAO 200 (*Zea mays* L. cv. Belonia) en parcelas experimentales en las que previamente se habían cultivado mezclas invernales de cereal-legumi-

nosa (avena-veza 3:2, o triticale-haboncillo 6:1). El cultivo fue infestado por *Delia platura* (Meigen), la mosca de la siembra. Primeramente se observó una escasa germinación o emergencia de plántulas (6-53%, según líneas); las plántulas que consiguieron emerger tenían aspecto débil, a menudo retorcidas, desecadas y/o con hojas muertas. Se desenterraron granos y se recogieron plántulas emergidas de todas las parcelas, con el fin de observar la incidencia de la plaga en el laboratorio. El 45% de las muestras contenían larvas del díptero, encontrándose hasta 19 individuos por grano. Días después se recogieron de nuevo granos y plántulas, así como muestras de suelo circundantes a los golpes de siembra, encontrándose numerosas pupas y algunas larvas ya muy desarrolladas y poco activas. Aunque *D. platura* es una plaga rara en Asturias, en la primavera de 2002 se reunieron las condiciones ambientales idóneas para su desarrollo durante la siembra (KESSING y MAU, 1991), con suelos húmedos y bajas temperaturas durante varias semanas después del laboreo. Así, otros cultivos próximos de maíz y faba también resultaron destruidos. El único modo efectivo que se conoce contra la mosca de la siembra en agricultura convencional es la prevención mediante el tratamiento del grano. En Agricultura Ecológica se recomienda el dragado superficial con cadena tras la siembra, a fin de eliminar el gradiente de humedad que atrae la oviposición Pero los cultivos severamente dañados por *D. platura* deben ser irremediablemente resembrados, por lo general con bajo riesgo de reinfestación (KESSING y MAU, 1991).

Por otro lado, *Spodoptera littoralis* (Boisduval), conocida como rosquilla negra o «rata», es una plaga muy común en los campos de maíz, presente año tras año en las siembras. En general ocasiona daños limitados, pero en años como éste, de condiciones climáticas favorables para su ciclo biológico, las larvas de este lepidóptero podrían destruir parcelas enteras en una sola noche. La humedad es el factor más favorable a la hora de la siembra en mayo, ya que atrae fuertemente a los adultos. La rosquilla es difícil de combatir, por su tendencia a enterrarse a unos cm de profundidad, haciéndose cada vez más resistente a los tratamientos a medida que va madurando (*Labranza*, 2001). Los métodos preventivos incluyen limpieza de malas hierbas y trampas de feromonas.

En Agricultura Ecológica, el uso de insecticidas naturales está restringido a aquellos casos de peligro inmediato, siempre que se hayan adoptado las medidas básicas de prevención ecológica de plagas, como la rotación de cultivos y los laboreos oportunos [Reglamento CE 2092/91 adoptado por la COPAE (2001), DOCE L 202/97, Anexos I.A.3 y II.B.I].

Muchas variedades de la bacteria entomopatógena *Bacillus thuringiensis* (Bt) son altamente específicas contra ciertas especies o grupos de insectos perjudiciales, y muy seguras en cuanto a los organismos no diana, incluyendo mamíferos (GLARE y O'CALLAGHAN, 2000). Las toxinas paraspóricas de Bt son transferidas al insecto por ingestión, provocándole la muerte en el plazo de horas a días. Sin embargo, dado que se trata de un método de lucha biológica, el riesgo de su aplicación todavía está en entredicho (LAWRENCE y col., 2001). Hasta el momento no se ha encontrado fitotoxicidad por Bt en ningún cultivo (LABRADOR y REYES, 1999). Bt var. *israelensis* (Bti) produce una exotoxina específica contra dípteros, que actúa interfiriendo en su pupación (CARRERO, 1996), por lo que parece apropiado para el control de la mosca de la siembra. Por su parte, Bt var. Kurstakii (BtK) produce endotoxinas específicas contra orugas de lepidópteros, siendo un remedio eficaz contra la rosquilla negra (APARICIO y col., 1998). No obstante, se han descrito resistencias en *S. littoralis* por la aplicación repetida de BtK (CARRERO, 1996).

Otro insecticida de origen natural autorizado en Agricultura Ecológica es la azadiractina, el principio activo por excelencia del nim. Este alcaloide actúa como un auténtico regulador de cre-

cimiento, interfiriendo con las hormonas responsables de la muda y la metamorfosis durante la fase larvaria o juvenil de los insectos. Aún a dosis pequeñas (LABRADOR y REYES, 1999), aunque el insecto pueda pupar genera adultos estériles y malformados, fáciles presas para sus predadores, que en absoluto resultan afectados y pueden continuar controlando la plaga de modo natural. La azadiractina no tiene efectos sobre los insectos sin metamorfosis. El aceite de semillas de nim tiene además otros muchos compuestos alelopáticos (salanina, meliantriol, nimbin, etc.) que actúan como fagorrepelentes, provocan anorexia, interfieren el apareamiento e inhiben la oviposición. Este modo de acción no tóxico combinado es único y muy diferente al de los insecticidas convencionales (neurotóxicos) disponibles en el mercado. Por ello el nim es efectivo contra muchas plagas resistentes a los insecticidas convencionales (National Research Council, 1992). Dada su absoluta inocuidad ambiental, los residuos agrícolas de nim están exentos de normas especiales de manejo o tratamiento, máximos permitidos, etc. (EPA neem oil Tolerance Exemptions 12/95). Existen numerosas referencias de la eficacia de la azadiractina y del aceite de nim contra diversos dípteros y lepidópteros (COUDRIET y col., 1985; MOLERA, 1995; MORDUE, 1998). En concreto, se ha comprobado su efectividad contra *Spodoptera* sp. (LIBURD y col., 2000; GELBI y NMEC, 2002). También, el recubrimiento de semillas con aceite o polvo de semillas de nim previene la puesta de huevos de insectos, impide que los huevos ya presentes eclosionen y, si llegan a eclosionar, impedirá que las larvas se alimenten de ellos (http://www.exoticnatural.com/bioimputs.htm).

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento I. Tras la infestación del cultivo experimental por la mosca de la siembra, se ensayaron distintos tratamientos de insecticidas ecológicos Bti (suspensión a 0.6 mill U.I. $\cdot$ g^{-1}) y aceite de nim (azadiractina 3000 ppm) sobre granos de maíz forrajero cv. Belonia, y se estudiaron sus efectos sobre la germinación y el crecimiento de plántulas frente a un control sin tratamiento. Para el tratamiento preventivo local del grano se utilizaron dosis mínimas de nim superiores a las recomendadas para pulverización en plantas (ESTRADA y LÓPEZ, 1996). Además, con el fin de probar sus efectos sobre el cultivo, se probaron otras dos dosis, doble y diez veces concentrada. Tras ser lavados con agua destilada, los granos se trataron por inmersión durante 5 mn en sendas soluciones de Bti al 0,8, 1,6 y 8%; y emulsiones de nim al 0,6, 1,2 y 6% en agua destilada. El control se trató del mismo modo con agua destilada. Tras la inmersión, los granos tratados se recubrieron con polvo de perlita molida, con el fin de mantener el producto adherido al grano. Los granos se sembraron en bandejas de germinación con perlita saturada de agua, a razón de 10 granos por bandeja y tres repeticiones por tratamiento, y se mantuvieron en estufa a 26 ºC durante 4 días, reponiendo diariamente las pérdidas de agua por evapotranspiración. Una vez finalizado el ensayo se tomaron los porcentajes de germinación en cada bandeja, y se evaluó el crecimiento midiendo las longitudes de la plúmula y la radícula de cada plántula obtenida, y la biomasa en peso fresco y peso seco obtenida por bandeja (10 plántulas), con y sin grano.

Experimento II. Dada la necesidad de resiembra tras la plaga de *D. platura*, se eligió esta vez el cultivar Anjou 254 que en nuestras condiciones climáticas resulta más precoz en maduración que Belonia, aún siendo los dos de ciclo FAO 200. Se ensayaron nuevamente en laboratorio distintos tratamientos preventivos sobre grano de los insecticidas ecológicos Bti y aceite de nim, y

también de Bt var. Kurstakii (polvo a 24 mill U.I. · g^{-1}). En esta ocasión se ensayaron soluciones de Bti al 0,8, 1,6 y 8%; de BtK al 1,2, 2,4 y 12%, y emulsiones de nim al 0,6, 1,2, 1,8 y 6% en agua destilada. Se procedió del mismo modo descrito en el experimento I, midiendo las mismas variables al final del ensayo.

A finales de junio se resembró el campo con granos de este cultivar tratados preventivamente a las dosis mínimas descritas de Bti y aceite de nim (0.8, y 0.6 %, respectivamente), utilizando asimismo un control tratado con agua. Se sembraron cuatro parcelas experimentales por tratamiento. Tres semanas después, se recogieron al azar 8 plántulas de maíz por parcela, y se evaluó su crecimiento midiendo la longitud y la anchura de la 2ª y 3ª hoja, la relación peso seco / peso fresco de las hojas, y la biomasa aérea en peso fresco y peso seco por parcela.

Experimento III. Finalmente, se estudiaron en el laboratorio los efectos del pulverizado con los insecticidas ecológicos descritos sobre el crecimiento y la eficiencia fotosintética de plantas de maíz forrajero cv. Anjou 258. Sus efectos se compararon con los de un insecticida convencional de uso generalizado (cipermetrina 10 % p/v EC). Se ensayaron soluciones de Bti 0.8 %; BtK 1.2 %; nim 0.2, 0.6 y 1.2 %; y cipermetrina 0.1 %, frente a un tratamiento control pulverizado con agua. Los insecticidas se pulverizaron sobre plantas de maíz de tres semanas de edad, cultivadas en macetas de 2 l de capacidad con una mezcla de turba, tierra arcillosa y perlita (2.1:1) regadas hasta percolación, simulando la capacidad de campo. Antes de la pulverización se registró el peso de cada maceta, con el fin de controlar las pérdidas de agua por evapotranspiración durante el tratamiento. La aplicación de los insecticidas se realizó con pulverizador siguiendo el método inundativo, procurando una cobertura total de la planta, incluso del envés de las hojas; este método se recomienda especialmente para Bt, obteniéndose un buen control de la plaga a corto plazo (LAWRENCE y col., 2001). Se realizaron 12 repeticiones por tratamiento. Transcurridas 48 h, se analizaron los efectos de los insecticidas sobre la eficiencia fotosintética de las plantas tratadas, midiendo la fluorescencia *in vivo* de clorofilas en la 3ª hoja (ya desarrollada en el momento de la aplicación) y en la 4ª hoja (desenvuelta durante el tratamiento) de cada planta mediante un fluorómetro PEA (Hansatech Instruments Ltd.). El PEA emite una cierta cantidad de radiación fotosintéticamente activa a un área determinada de la hoja (previamente mantenida en oscuridad total) que, como se ha dicho, en parte será devuelta por las clorofilas en forma de fluorescencia. No nos detendremos aquí en explicar la base bioquímica de la emisión de fluorescencia y de su dinámica (efecto Kautsky), aunque sí en la significación ecofisiológica de los parámetros obtenidos (LICHTENTHALER y RINDERLE, 1988; REIGOSA y WEISS, 2001): F_0 es el valor de fluorescencia alcanzado inmediatamente después de la iluminación, cuando los centros de reacción del fotosistema II (PS II) están abiertos; así, el aumento de este valor nos indicarán posibles daños de los pigmentos del PS II. F_M es la fluorescencia máxima alcanzada tras la iluminación, al cabo de unos 2 seg; un descenso de F_M indica inhibición de la actividad del PS II o, dicho de otro modo, una pérdida de eficiencia fotosintética. F_V es la diferencia $F_M - F_0$, o fluorescencia variable: el descenso de F_V significa que los tilacoides han resultado dañados. La tasa F_V/F_M es proporcional a la eficacia fotoquímica de la fotosíntesis; un pequeño descenso de esta tasa es un buen indicador de daño fotosintético (fotoinhibición); es decir, de que la planta está sufriendo cierto grado de estrés, lo que inevitablemente afectará su productividad.

Una vez finalizadas las medidas de fluorescencia, se midieron la longitud y la anchura de la 3ª y 4ª hoja, sus pesos en fresco y en seco, y se obtuvo la biomasa aérea en peso fresco y peso seco de cada planta, como estima de los efectos de la pulverización de los insecticidas sobre el

crecimiento. Las macetas fueron pesadas de nuevo y se calculó la evapotranspiración en cada maceta por diferencia con los pesos iniciales en saturación; se obtiene de este modo una referencia del consumo de agua en cada tratamiento.

Los datos obtenidos de cada variable se compararon entre los tratamientos aplicados a las dosis mínimas o recomendadas, o entre concentraciones, mediante ANOVA (análisis de varianza) de una vía, previa comprobación de la homogeneidad de varianzas mediante test de Levene. Los pares de medias se compararon por la prueba DMS (diferencias mínimas significativas). Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS 7.5 para Windows (SPSS Inc. 1996)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados generales del experimento I se presentan en la Tabla I. Mientras que la germinación no resultó afectada, el crecimiento de la plántula varió según el tratamiento aplicado al grano (dosis mínimas aplicadas), tanto en lo referente a la elongación de la plúmula y la radícula, como en el peso seco obtenido por plántula.

Tabla I. Resultados del experimento I: Efectos del tratamiento del grano con insecticidas ecológicos (Bti y nim) a distintas concentraciones, sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de *Zea mays cv.* Belonia. Los asteriscos indican efectos significativos entre tratamientos o entre concentraciones: * P<0,05; ***P<0,001; NS P≥0,05

Variable	**N total**	**Efecto del tratamiento g.l.=2**	**Efecto de la concentración**	
			Bti g.l.=2	**nim** g.l.=2
Germinación (%)		NS	NS	NS
Longitud de la radícula	216	***	NS	***
Longitud de la plúmula	216	***	*	***
peso fresco total	24	NS	NS	NS
peso seco total	24	NS	NS	NS
ps / pf	24	*	NS	*
ps por plántula	24	*	NS	NS

Los efectos más relevantes se muestran en la Figura 1. La aplicación de aceite de nim (0.6 %) al grano estimuló la elongación de la plántula con diferencias altamente significativas con respecto al control y al tratamiento con Bti (0.8%), y produjo plántulas con mayor biomasa en peso seco.

En otras ocasiones se ha observado cierto fortalecimiento de los cultivos tras la aplicación de semillas molidas nim (Boletín Enlace nº 48, 2000). El aporte de vigor a la plántula gracias a la aplicación de aceite de nim en el grano puede ser muy interesante bajo el punto de vista agronómico, ya que los cultivos en esta fase del establecimiento son más sensibles al estrés, debido a su frágil sistema radicular. Además, la altura de la planta determina la accesibilidad a la luz. En la plántula de maíz, la altura viene determinada en gran medida por la longitud de las hojas; así pues, la estimulación de la elongación foliar favorecerá al cultivo en la competencia con las

malas hierbas. Además, el crecimiento rápido de la radícula permitirá a la plántula una mejor exploración y aprovechamiento de los recursos edáficos del agroecosistema. No obstante, el efecto estimulante del aceite de nim se pierde con aplicaciones más concentradas del producto (Figura 2), mientras que la concentración 6 % ya resultó inhibitoria del crecimiento. Es probable que a dosis elevadas se produzca cierto efecto osmótico inhibitorio en el entomo de la radícula por la presencia de altas concentraciones de principios activos del nim, entorpeciendo la toma de agua y por consiguiente la expansión de las células. De hecho, la inhibición del crecimiento a dosis elevadas coincide con un aumento de la tasa ps/pf (Figura 2), lo que puede indicar cierta deshidratación de los tejidos.

Por otro lado, de los granos tratados con Bti 0.8 % se obtuvieron plántulas con biomasa en peso seco significativamente menor que en control (Figura 1), coincidiendo de nuevo con un descenso de la tasa ps/pf. No se descarta pues que el tratamiento con Bt también inhiba el crecimiento interfiriendo de algún modo la toma de agua. Además, a concentraciones mayores (8 %) se observó inhibición significativa de la elongación radicular (cf. Tabla I., datos no mostrados).

A diferencia del experimento I, la aplicación de insecticidas ecológicos sobre granos del cultivar Anjou 254 no produjo efecto significativo alguno sobre las variables de crecimiento medidas en las plántulas. El crecimiento fue estadísticamente indistinguible entre el control tratado con agua y los diferentes insecticidas, a cualquier concentración aplicada (datos no mostrados).

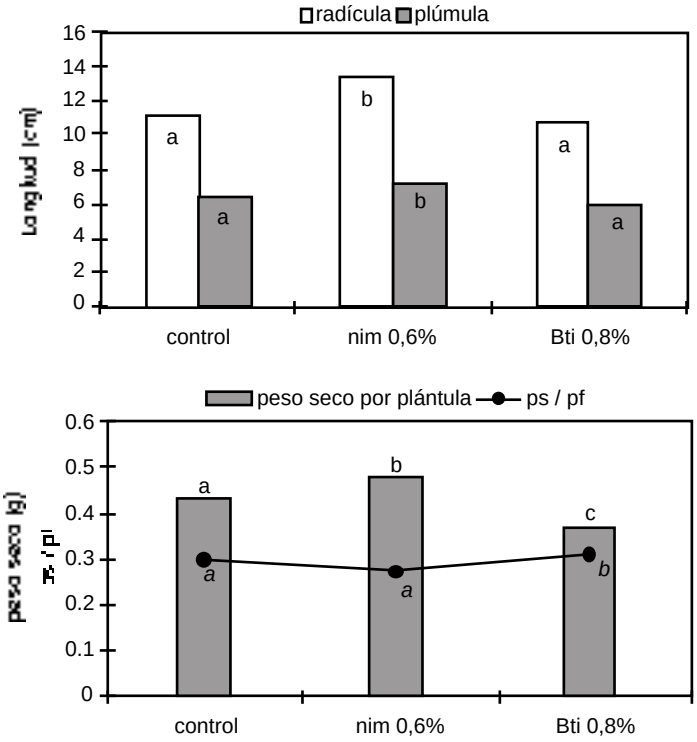


Figura 1. *Efectos del tratamiento del grano con insecticidas ecológicos, sobre distintos parámetros de crecimiento de plántulas de Zea mays cv. Belonia. Para cada parámetro, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05)*

No es de extrañar que los insecticidas produzcan distintos efectos en cultivares distintos, que tienen distinto acerbo genético y por consiguiente distintas respuestas al ambiente. Además, como en cualquier otro tipo de estrés, los efectos fisiológicos del pesticida sobre la planta-huésped pueden manifestarse en otro momento del desarrollo, o sobre otras variables ecofisiológicas no medidas en estos ensayos (CHABOUSSOU, 1985; LICHTENTHALER y RINDERLE, 1988). La propia precocidad de maduración del cv. Anjou con respecto al cv. Belonia implica un mayor vigor, al menos en nuestras condiciones climáticas, y esto hace que pueda escapar a los efectos de los insecticidas aplicados en grano que se han demostrado en el experimento I. Por otro lado, el ensayo de campo tampoco arrojó diferencias significativas entre tratamientos y el control en ninguna de las variables medidas (datos no mostrados), dando cuenta de la inocuidad del tratamiento del grano con insecticidas ecológicos a las dosis aplicadas.

La Tabla II muestra los resultados del tratamiento estadístico de los datos obtenidos en el experimento III. Los efectos de los insecticidas sobre el crecimiento variaron según la edad de la hoja tratada, siendo más significativos sobre la hoja desenvuelta tras la pulverización de insecticidas (hoja 4ª). Sin embargo, los efectos sobre la fluorescencia de clorofilas se hicieron patentes incluso en la hoja 3ª, ya desarrollada en el momento de la aplicación, dando idea de la incidencia del tratamiento sobre la fisiología del cultivo, aún cuando no se manifiestan efectos fitotóxicos evidentes.

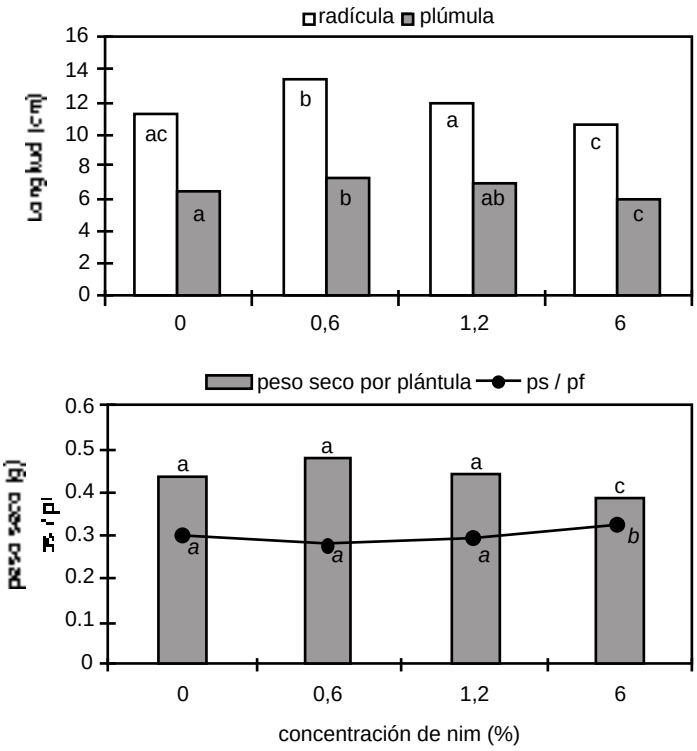


Figura 2. *Efectos del tratamiento del grano con distintas concentraciones de aceite de nim, sobre distintos parámetros de crecimiento de plántulas de Zea mays cv. Belonia. Para cada parámetro, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05)*

Tabla II. Resultados del experimento III: Efectos del pulverizado con insecticidas ecológicos (Bti, Btk y nim) y un insecticida convencional (cipermetrina) sobre el crecimiento y la fluorescencia de clorofilas de plántulas de *Zea mays cv.* Anjou 258. Los asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos o entre las distintas concentraciones ensayadas de aceite de nim: * P<0,05; ***P<0,01; P<0,001; NS P≥0,05

Variable	N total	Efecto del tratamiento g.l.=4		Efecto de la concentración de NIM g.l.=3	
Crecimiento		**hoja 3ª**	**hoja 4ª**	**hoja 3ª**	**hoja 4ª**
longitud	75	NS	*	NS	NS
anchura	75	NS	NS	NS	NS
peso fresco	42	NS	***	NS	**
peso seco	42	NS	**	NS	*
ps / pf	42	*	NS	NS	NS
Consumo de agua	78	***	NS		
Fluorescencia		**hoja 3ª**	**hoja 4ª**	**hoja 3ª**	**hoja 4ª**
F_0	153	*	*	NS	NS
F_v	153	*	**	NS	NS
F_M	153	*	**	NS	NS
F_v / F_M	153	*	**	NS	*

En la Figura 3 se presentan los resultados más relevantes del ensayo de pulverización de insecticidas ecológicos, frente al insecticida convencional cipermetrina, correspondientes a variables medidas en la hoja 4ª. Por un lado, la aplicación de aceite de nim contribuyó a la formación de hojas significativamente más grandes y con mayor contenido en biomasa seca que las del control, quedando de nuevo patente su capacidad vigorizante. De algún modo, el aceite de nim aplicado sobre las hojas parece estimular la transpiración, ya que el consumo de agua fue mayor en las macetas tratadas con este insecticida natural, con diferencias altamente significativas con respecto al resto de tratamientos (Tabla II). Esta observación tiene una relevancia ecofisiológica considerable, puesto que la transpiración es el motor de crecimiento de los tejidos foliares en expansión. Además, en las hojas tratadas se registraron valores significativamente más altos de la tasa F_V/F_M ; es decir, su eficiencia fotosintética fue mayor que la de las plantas control. La eficiencia fotosintética de las hojas en expansión tratadas con nim varió también significativamente dependiendo de la concentración aplicada (Tabla II), de modo que sólo resultó estimulante la dosis mínima aplicada (0.2%), mientras que a dosis más elevadas no se distinguió del control (datos no mostrados). Lo mismo ocurrió en el caso de la estimulación del crecimiento (datos no mostrados), repitiéndose el patrón de respuesta observada en el experimento I.

La aplicación del insecticida convencional cipermetrina, a pesar de su baja concentración (0.1%), provocó ciertas señales de daño en la fotosíntesis de las hojas tratadas. Como se ha indicado en el apartado de material y métodos, el descenso significativo de F_M y F_V con respecto al control (Figura III) indica una pérdida de eficiencia fotosintética por inhibición de la actividad del PSII, y disfunción de los tilacoides, respectivamente. Prasad y Rama Devi (2002) encontraron efectos similares tras la aplicación de aleloquímicos en plántulas de maíz, junto con el descenso de la tasa fotosintética neta. Este resultado pone de manifiesto la necesidad de evaluar los efectos fitotóxicos potenciales de los pesticidas usados en agricultura convencional sobre el cultivo, de los cuales aún se sabe muy poco.

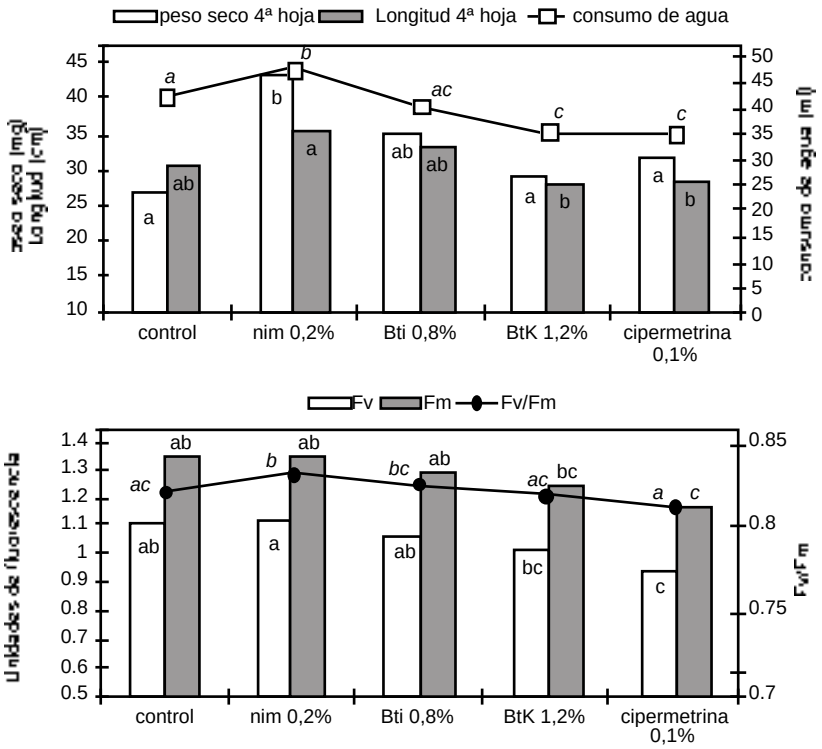


Figura 3. *Efectos del pulverizado con insecticidas ecológicos (Bti, Btk y nim) y un ??? de plántulas de Zea msy cv. Pa - ra cada parámetro, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05)*

Con respecto a los otros insecticidas ecológicos a base de *B. thuringiensis*, no se observaron efectos indeseables sobre el crecimiento y/o sobre la eficiencia fotosintética debidos a la aplicación de Bti y de BtK (Fig. 3), aportando así nuevos datos que avalan la ausencia de efectos fitotóxicos de Bt (LABRADOR y REYES, 1999).

Aunque la Agricultura Ecológica parte de la premisa de aprovechar la propia capacidad del agroecosistema para autorregularse, ante alteraciones ocasionales se tendrá que recurrir sin remedio al uso de insecticidas biológicos. Los insecticidas ecológicos se han comparado con los pesticidas convencionales químicos sólo en términos de eficacia y coste. Pero existen muchas ventajas derivadas de su uso, como beneficios ambientales (incluyendo seguridad para el hombre y los organismos no diana), reducción de residuos de pesticidas en los alimentos, y el mantenimiento de la biodiversidad en los agroecosistemas, entre otros (LAWRENCE y col., 2001). En este trabajo se ha puesto de manifiesto la inocuidad para el cultivo de bioinsecticida Bt, y se revelan algunos beneficios ecofisiológicos de la utilización del aceite de nim como insecticida natural: su aplicación tanto en tratamiento preventivo del grano como en pulverizado de emergencia sobre la planta mejora significativamente su productividad debido al menos en parte a su efecto estimulante sobre la fotosíntesis. Así pues, se concluye que el nim, además de controlar la plaga, mejora el estado fisiológico del cultivo, lo que probablemente incrementa su resistencia frente a otros posibles ataques de patógenos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al equipo del SERIDA de Grado su interés y colaboración en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO V, BELDA JE, CASADO E, GARCÍA M, GÓMEZ V, LASTRES J, MIRASOL E, ROLDAN E, SÁEZ E, SÁNCHEZ A, TORRES M (1998). Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla, España.

BOGUSLAWSKI CV, BASEDOW T (2001). Studies in cotton fields in Egypt on the effects of pheromone mating disruption on *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lep., Gelechiidae), on the occurrence of other arthropods, and on yields. Joumal of Applied Entomology 125: 327-331.

CARRERO JM (1996). *Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales*. Mundi-Prensa, Madrid, España.

COCKER, COLEMAN, BLAIR, CLARKE, MOSS (2000). Biochemical mechanisms of cross-resistance to aryloxyphenoxypropionate and cyclohexanedione herbicides in populations of *Avena* spp. Weed Research 40: 323-334.

COUDRIET DL, PRABHAKER N, MEYERDIK DE (1985). Sweetpotato whitefly (Homoptera:Aleyrodidae): Effects of neem seed extract on oviposition and inmature stages. Environ Entomol 14: 776-779.

CHABOUSSOU F (1985). Santé des cultures. Une révolution agronomique. Flammarion-La Maison Rustique, Paris, Francia.

ESTRADA J, LÓPEZ MT (1997). Los bioplaguicidas en la agricultura sostenible cubana. Agroecologia y Desarrollo 11-12. CLADES. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo.

GAJMER T, SINGH R, SAINI RK, KALIDHAR SB (2002). Effect of methanolic extracts of neem (*Azadirachta indi - ca* A. Juss) and bakain (*Melia azedarach* L) seeds on oviposition and egg hatching of *Earias vittella* (Fab.) (Lep., Noctuidae). Journal of Applied Entomology 126: 238-243.

GELBI, NMEC V (2001). Developmental changes caused by metyrapone and azadirachtin in *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lep., Noctuidae) and *Galleria mellonella* (L.) (Lep., Pyralidae). Journal of Applied Entomology 125: 417-422. 2001.

GLARE TR, O'CALLAGHAN MO (2000). *Bacillus thuringiensis: Biology, Ecology and Safety*. John Wiley and Sons, New York, USA.

GOUDEGNON AE, KIRK AA, SCHIFFERS B, BORDAT D (2000). Comparative effects of deltamethrin and Neem kernel solution treatments on Diamondback moth and *Cotesia plutellae* (Hym., Braconidae) parasitoid populations in the Cotonou peri-urban area in Benin. Journal of Applied Entomology 124: 141-144.

GOVINDACHARI TR, SURESH G, WESLEY SD (2000). Insect antifeedant and growth regulating activities of neem seed oil - the role of major tetranortriterpenoids. Journal of Applied Entomology 124: 287-291. 2000.

HALL FR, MENN JJ (Eds.) (1999). *Biopesticides: Use and Delivery (Methods in Biotechnology: 5)*. Humana Press Inc., New Jersey, USA.

JACOBSON M (1989). *Botanical Pesticides Insecticides of Plant Origin*. Amason JT y col. (eds). American Chemical Society, Symposium Series, 387.

KESSING JLM, MAU RFL (1991). *Delia platura* (Meigen). Crop Knowledge Master. [Online]. http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/delia_p.htm

LABRADOR J, REYES JL (1999). *Guía de productos utilizables en agricultura y ganadería ecológicas*. Junta de Extremadura. Consejería de Agricultura y Comercio. Secretaría General Técnica, Badajoz, España.

LABRANZA (2001). Especial «Plagas tempranas del maíz», Labranza nº 35, Mayo 2001. [Online] http://www.merkasi.com/labranza. Merkasi, S.L., León, España.

LAMPKIN N (1998). *Agricultura Ecológica*. Mundi-Prensa, Madrid, España.

LAWRENCE AL, FRUTOS R, KAYA HK, VAIL P (2001). Insect pathogens as biological control agents: Do they have a future? Biological Control 21: 230-248.

LECADET MM, FRACHON E, DUMANOIR VC, RIPOUTEAU H, HAMON S, LAURENT P, THIÉRY I (1999). Updating the H-antigen classification of *Bacillus thuringiensis*. Journal of Applied Microbiology 86: 660-672.

LEGASA AM (1995). La protección vegetal en la Agricultura Ecológica. II. Resistencia de la planta y efectos de los pesticidas en su metabolismo. Bio-Lur Monográficos, Asociación Bio-Lur Navarra, Tafalla, Navarra.

LIBURD OE, FUNDERBURK JE, OLSON SM (2000). Effect of biological and chemical insecticides on *Spodoptera* species (Lep., Noctuidae) and marketable yields of tomatoes. Joumal of Applied Entomology 124: 19-25

LICHTENTHALER HK, RINDERLE U (1988). The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants. Crit Rev Anal Chem 19: 29-85.

LIU B, SENGONCA C (2002). Investigations on side-effects of the mixed biocide GCSC-BtA on different predators of *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidae) in southeastern China. Anzeiger für Schädlingskunde 75: 57-61.

MOLERA A (1995). Cultivo y utilización del nim. Savia 2: 26-33.

MORDUE AJ (1998). Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. Pesticide Science 53: 277-284.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1992). Neem: a tree for solving global problems. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

PRASAD MNV, RAMA DEVI S (2002). Physiological basis for allelochemical action of ferulic acid. *In* Reigosa MJ, Pedrol N (eds) *Allelopathy from molecules to ecosystems*, pp. 25-43. Science Publishers, Inc., Enfield, USA.

REIGOSA MJ, WEISS O (2001). Fluorescence techniques. *In* Reigosa MJ (ed.) *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*, pp. 155-171. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holanda.

RUSSELL D, CHARD J, MCKINLAY R (1999). Effect of *Bacillus thuringiensis* and a pyrethroid insecticide on the leaf microflora of *Brassica oleracea*. Letters in Applied Microbiology 28: 359-362.

VON ELLING, K, BORGEMEISTER C, SÉTAMOU M, POEHLING, HM (2002). The effect of NeemAzal-T/S®, a commercial neem product, on different developmental stages of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom., Aleyrodidae). Journal of Applied Entomology 126: 40-45.

WILSON LJ, BAUER LR, LALLY DA (1999). Insecticide-induced increases in aphid abundance in cotton. Australian Joumal of Entomology 38: 242-243.

Seguimiento de las plagas y enfermedades del almendro en agricultura convencional y ecológica en el campo de Cartagena (Murcia)

JOSEFINA CONTRERAS, JUAN JOSÉ MARTÍNEZ, Mª JOSÉ BAÑOS[1]

[1] Dpto. Producción Agraria. Área de Producción Vegetal. E.T.S.I.Agronómica. UPCT. Paseo Alfonso XIII, s/n 30203 Cartagena (Murcia)

RESUMEN

Se exponen los resultados de la observación de la evolución de las plagas y enfermedades del almendro a lo largo de la campaña 2000-2001, en dos parcelas situadas en el campo de Cartagena (Murcia), una cultivada bajo el sistema de control de la Agricultura Ecológica y otra en Agricultura Convencional. En la parcela ecológica, se produce una mayor incidencia de plagas y enfermedades, y se encontraron mayor cantidad y diversidad de especies de enemigo naturales. Se evalúa también, la efectividad de los distintos métodos de control de plagas utilizados.

INTRODUCCIÓN

El almendro en el Campo de Cartagena ocupa una extensión de aproximadamente 7.800 ha, lo que representa el 11% de la superficie cultivada, el 39,9% de los cultivos leñosos y el 90,4% de los frutales no cítricos. Debido al escaso riesgo de heladas, las variedades tradicionales de floración temprana (Ramillete, Peraleja, Colorada, Garrigues y otras) dan buenas producciones con riego, pero en secano, la escasa pluviometría limita fuertemente la producción, e incluso la supervivencia de los árboles.

Las plantaciones están mayoritariamente en secano, en zonas de baja pluviometría e irregular distribución, donde la calidad de los suelos suele ser mediocre. Esto unido, a que en ocasiones las plantaciones tienen defectos técnicos como son la elección de la variedad inadecuada, deficiencias en la polinización, cuidados inadecuados, etc., dan lugar a bajas producciones por unidad de superficie y a una clara dificultad para competir con el mercado americano. Por ello, prácticas alternativas, como la agricultura ecológica son cada vez más frecuentes, para garantizar al consumidor que los procesos de obtención y manipulación de los productos son menos agresivos para el medio ambiente y más seguros para la salud del agricultor y consumidor.

En la Región de Murcia, la superficie agrícola cultivada bajo el sistema de control de la Agricultura Ecológica ha aumentado en los últimos años, con 17.016 ha (datos de diciembre de 2001), el 32% se dedica al cultivo de frutos secos, fundamentalmente almendro. Sin embargo esta agricultura tiene que cumplir con la premisa de rentabilidad de las explotaciones, compen-

sando la disminución de la cosecha con el incremento del valor del producto, y además garantizando que existen métodos para fertilizar y controlar las plagas y enfermedades del cultivo.

Con el objetivo de profundizar en el conocimiento de los métodos protección del cultivo del almendro utilizados en agricultura ecológica, se realizó este trabajo durante la campaña 2000-2001. Para ello se realizó el seguimiento de una parcela de almendros ecológicos en comparación con otra convencional: se observaron las plagas, las enfermedades, presencia de enemigos naturales y cómo influyen los tratamientos fitosanitarios en la evolución de éstos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas situadas cercanas la pedanía de «La Aljorra», del término municipal de Cartagena (Murcia), están cultivadas con almendros de variedades autóctonas: Mollar de Cartagena, Fina del Alto, Ramillete y Colorada; una de ellas es de secano y sigue las técnicas de producción ecológica, mientras que la otra es de regadío y se utilizan las técnicas de cultivo tradicionales.

La parcela ecológica tiene una superficie de 20,4 ha, de las cuales 15,9 ha, son 1.450 almendros de secano reconvertidos a ecológicos en 1999 y el resto pertenece a pastos y pinar maderable.

La parcela convencional comprende una superficie total de 20 ha (incluyendo casa y corrales) de las cuales 18 ha están dedicadas al cultivo del almendro. Aunque ha sido tradicionalmente de secano, a partir del año 1999 se instaló un cabezal de riego por goteo, que se utiliza para riegos de socorro.

Para realizar este trabajo, se delimitó una subparcela que en la parcela ecológica comprendida cinco bancales con aproximadamente 250 árboles, de los cuales se escogieron al azar, y marcaron 30 árboles, 10 Mollar de Cartagena, 10 Fina del Alto y 10 Ramillete. En la convencional se tomaron cinco bancales con 262 almendros, de los cuales al azar fueron escogidos 20 árboles, 10 Mollar de Cartagena y 10 Fina del Alto. (Ver Croquis 1 y 2)

Las variedades Mollar de Cartagena y Fina del Alto de la parcela ecológica tienen más de 30 años y están plantados con un marco irregular, mientras que la variedad Ramillete tiene sólo 8 años y 7x7 m de marco de plantación. Los árboles de la parcela convencional tienen aproximadamente 15 años y están plantados a 6 x 6 m.

El seguimiento se hizo sobre los árboles marcados, cada semana, desde la primera de marzo, expresando los daños porcentuales respecto a hojas dañadas y en el caso de encontrar individuos, por conteo.

Ambas parcelas son labradas con cultivadores 2 ó 3 veces al año, en función de las lluvias. Se realizó una poda suave a primeros de noviembre, eliminando ramas secas, pollizos y brotes no válidos.

En la parcela ecológica se aplicaron 2 kg por árbol de estiércoles de fermentación controlada, compost comercializado con el nombre de Ecofem, en otoño. En el mes de enero, justo antes de la floración, se aplicó un tratamiento de aceite y cobre, a razón de 10 litros de aceite por cada 7 kg de Cu en 1000 l de agua. En primavera, a finales de marzo principios de abril, se dio una aplicación de piretroides y después 2 aplicaciones con jabón potásico a primeros y a finales de mayo, tratando puntualmente los árboles afectados por pulgón.

En la parcela convencional los abonos utilizados tradicionalmente son compuestos. En la última campaña se empleó 8-24-8 (N- P –K) a razón de 0,5 kg por árbol, coincidiendo con la época de lluvias otoñales (finales de octubre). En cuanto a riegos, se aplicaron los riegos 2 m^3 árbol dosificados en dos semanas durante la primavera.

Para combatir plagas se aplicó Afithion a razón de 2 l/1000 l de agua, en primavera a principios de abril, para el pulgón y en verano se dieron dos tratamientos, a principios de junio y la primera semana de julio, para combatir el tigre del almendro, con dimetoato a razón de 1 l/1000 l de agua. A ambos tratamientos se les añadieron 2,5 litros de mojante líquido. En el caso de las enfermedades, se aplicaron 3 kg de Tiram (Thiram 80 GD) en 1000 l de agua, dos veces en primavera, para prevenir el ataque de hongos patógenos. Se utilizaron entre 2 y 3 litros de caldo por árbol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Plagas y enfermedades y su control

Las plagas más importantes que afectaron al cultivo durante la campaña 2000-2001 fueron los pulgones, la araña roja y el tigre del almendro. La incidencia de éstas fue mayor en la parcela ecológica y en especial en la variedad Mollar de Cartagena.

Las dos especies de pulgones que aparecieron fueron *Brachycaudus persicae* y *Hyalopterus amygdali*. Como se puede observar en la Figura 1, la incidencia de los daños provocados por pulgones siguió una evolución similar en las tres variedades observadas en la parcela ecológica: Los pulgones aumentan desde el inicio del periodo de observación hasta mediados de mayo, con un descenso durante el verano, después de los tratamientos con piretrina natural y jabón potásico y por el efecto de la elevada temperatura. La variedad más afectada fue Mollar de Cartagena, con un 42% de daños. Al principio del periodo de observación, el pulgón más abundante fue *B. persicae*, pero desde mayo se convierte en predominante *H. amigadali.*

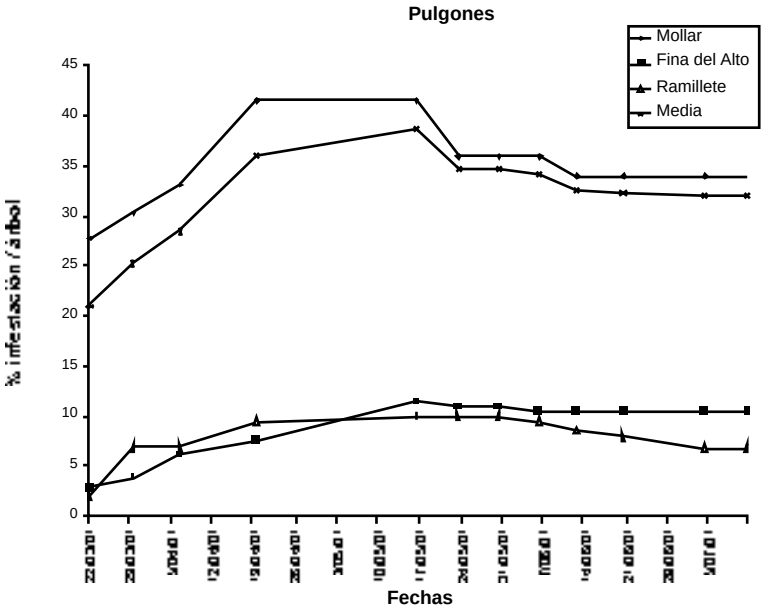


Figura 1. *Porcentaje medio de infestación de pulgones en las distintas variedades de la parcela ecológica para las distintas fechas de observación*

En la parcela convencional los pulgones siguieron una evolución similar, pero la incidencia de sus daños fue menor, ya que no superó el 7% (Figura 2), probablemente por la efectividad de los tratamientos. Los daños, también en este caso, fueron más apreciables en la variedad Mollar de Cartagena.

Los daños de *Tetranychus urticae* se empiezan a notar cuando avanza la primavera y suben las temperaturas. En la parcela ecológica se produjo una infestación mayor en la variedad Mollar (20%), media en Fina del Alto (15%), y casi inapreciable en Ramillete (Figura 3). En la convencional los daños se empezaron a apreciar a finales de junio y no superaron el 4%.

Desde finales de abril hasta el final del periodo de observación se pudieron apreciar hojas con daños provocados por el tigre del almendro (*Monosteria unicosta*), en la parcela ecológica. La variedad Mollar de Cartagena, tuvo una incidencia final del 15%, mientras que apenas se notaron sus efectos en Fina del Alto y no aparecieron en la variedad Ramillete (Figura 4). Los tratamientos aplicados en junio y julio, contra en tigre de almendro en la parcela convencional, fueron efectivos ya que no se apreciaron hojas con daños.

El resto de las plagas apenas tuvo incidencia en las dos parcelas consideradas. *Empoasca vitis* apareció en la parcela con régimen de cultivo ecológico, a finales de mayo en la variedad Fina del Alto y un poco más tarde en Ramillete, sin embargo, Mollar de Cartagena no se vió afectada ya que estaba prácticamente defoliada. *Malacosoma neustria* tan solo afectó de manera importante a la variedad Ramillete, la más joven y situada en los lindes de la parcela ecológica. *Anarsia linea - tella* y *Scolytus mali* aparecieron de forma puntual en algunos árboles de la parcela ecológica. Por último, *Phyllonorycter coryfoliella* aparece a finales de junio en ambas parcelas de forma generalizada, y curiosamente tuvo mayor incidencia en la parcela convencional, aunque no llegó al 5%.

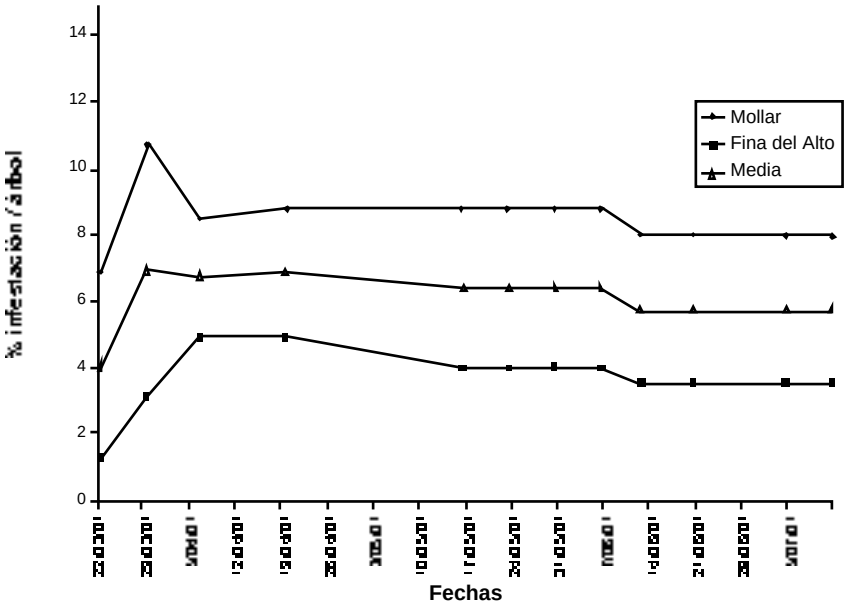


Figura 2. *Porcentaje medio de infestación de pulgones en las distintas variedades de la parcela convencional para las distintas fechas de observación*

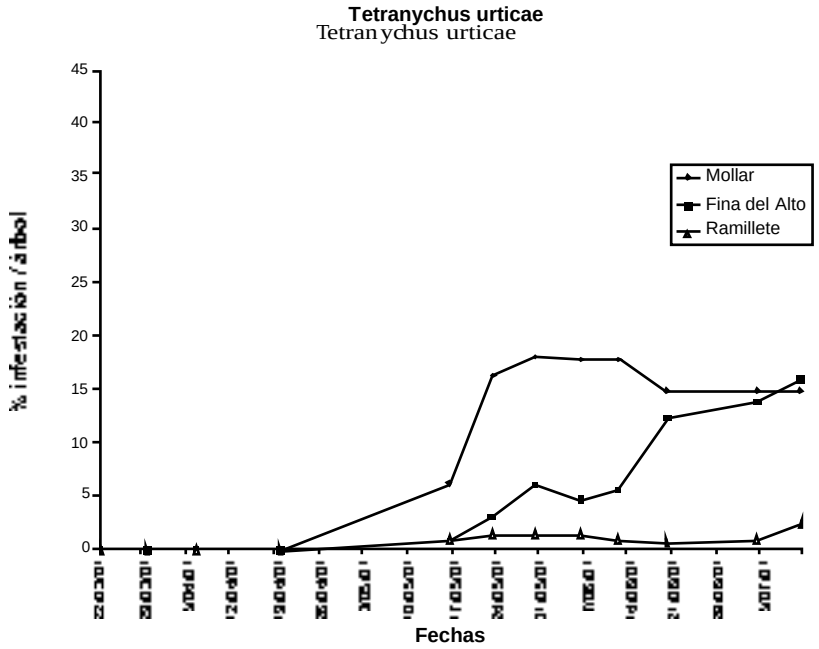


Figura 3. *Porcentaje medio de infestación de araña roja en las distintas variedades de la parcela ecológica para las distintas fechas de observación*

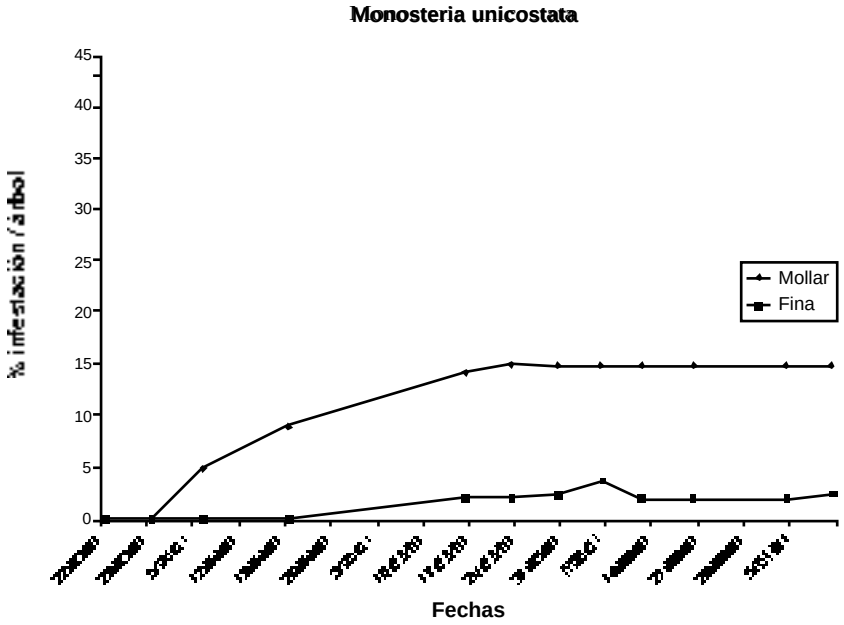


Figura 4. *Porcentaje medio de infestación de tigre del almendro en las distintas variedades de la parcela ecológica para las distintas fechas de observación*

Las enfermedades más importantes fueron la lepra y el cribado que afectaron a los árboles de la parcela ecológica. En la parcela convencional las enfermedades no tuvieron apenas repercusión.

La lepra o abolladura (*Taphria deformans*) tuvo una incidencia media del 12% en la parcela ecológica, y del 30% en la variedad Mollar de Cartagena. El cribado o perdigonada (*Closterosporium carophilum*) afectó sobretodo a los árboles debilitados de la variedad Mollar de Cartagena de la parcela ecológica. La roya (*Tranzschelia disidor*) y la mancha ocre se pudo observar en las variedades Mollar y Fina de los almendros ecológicos, ocasionando pocos daños.

En la parcela ecológica aparecieron de forma más frecuente y abundante los parásitos y depredadores de las distintas plagas, que en la parcela convencional (Ver Tabla I).

Tabla I. Frecuencia de aparición de los distintos insectos auxiliares en las parcelas ecológica y convencional. a: número de veces que apareció; b: número de observaciones realizadas

	Parcela ecológica	**Parcela convencional**
Depredadores	**Frecuencia a/b**	**Frecuencia a/b**
Neurópteros	5/13	7/13
Coleópteros	2/13	0
Ácaros fitoseidos	2/13	1/13
Otros	1/13 *Aeolothrips sp.* 4/13 Araña común	0
Parásitos	**Frecuencia a/b**	**Frecuencia a/b**
Himenópteros	5/13	0

La primera vez que se pudieron observar enemigos naturales en la parcela ecológica fue a mediados de mayo. En la vista anterior, 15 días antes, no se encontró ningún insecto auxiliar, aunque el porcentaje de infestación por pulgones se estabilizó en los árboles más afectados (variedad Mollar). Probablemente el tratamiento con piretrinas naturales, realizado a finales de marzo, impidió el desarrollo de enemigos naturales en el mes de abril.

Los dos tratamientos con jabón potásico, realizados en la parcela ecológica, parece que no afectaron a la fauna auxiliar, pero sí provocaron un descenso de las poblaciones de pulgones.

Sobre las colonias de pulgones de la parcela ecológica se pudieron observar depredadores como el coleóptero *Coccinella septempunctata*, los *neurópteros Chrysoperla carnea* y *Chrysopa sp.*, y araña común. También himenópteros parásitos.

El parasitismo de pulgones se observó a partir de la segunda semana de mayo en un único árbol de la variedad Mollar, pero la semana siguiente, ya estaba extendido al resto de árboles de la misma variedad afectados por pulgones. El porcentaje de parasitismo aumentó conforme lo hace la plaga. Así a mediados de mayo, se produce el máximo de parasitismo (30%), coincidiendo con los niveles máximos de la plaga. A partir de entonces se estabiliza la plaga y los parásitos.

No hubo parasitismo en la variedad Fina del Alto de la parcela ecológica, ni tampoco en la parcela convencional. Esto quizá se debió a que el porcentaje de infestación por pulgones, en ambos casos, no superó el 12%.

En las colonias de araña roja de la parcela ecológica se encontró en dos ocasiones ácaros fitoseidos, cuando las poblaciones de plaga son mas altas (finales de mayo y primeros de junio, según Figura 3). De igual manera, en la parcela convencional a principio de junio, cuando aumentan las poblaciones de araña roja, en una ocasión se pudieron observar ácaros fitoseidos entre las colonias de araña roja, aunque durante casi todo el periodo de observación, los niveles de plaga fueron bajos.

Chrysoperla carnea fue depredador generalista más abundante; se pudieron ver huevos aislados de este neuróptero en casi todos los árboles de la parcela ecológica, y también pudimos observar larvas y adultos. En dos ocasiones se observó en la parcela ecológica la puesta de *Chrysopa septempunctata*. En la parcela convencional, a finales de mayo y del periodo de observaciones, se pudieron ver algunos huevos de *C. carnea*, pero siempre en menor cantidad que en la parcela ecológica.

En la parcela ecológica fue frecuente encontrar especies de araña común sobre los brotes debilitados por pulgones en los árboles de la variedad Mollar. No se conoce exactamente su efecto como depredador, pero los brotes de pulgón sin parasitar, sobre los que se había instalado la araña roja, aparecieron a finales de junio completamente cubiertos por telas de araña.

Puntualmente se pudo observar algún adulto de díptero Sírfido, revoloteando por las malas hierbas de la parcela ecológica.

Los tratamientos fitosanitarios realizados en la parcela convencional, afectaron sin duda a la fauna auxiliar; en esta parcela disminuyó la diversidad de especies y el número de insectos útiles que aparecieron aunque fueron efectivos para el control de las plagas que aparecieron.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos no permiten obtener conclusiones definitivas, ya que las observaciones que se muestran en este trabajo se deberían complementar con la medida de más parámetros y la comparación de más parcelas en diferentes regímenes de explotación, sin embargo las medidas y observaciones realizadas permiten apuntar algunas conclusiones sobre esta alternativa.

Se produce un mayor incidencia de plagas y enfermedades en la parcela ecológica que en la convencional.

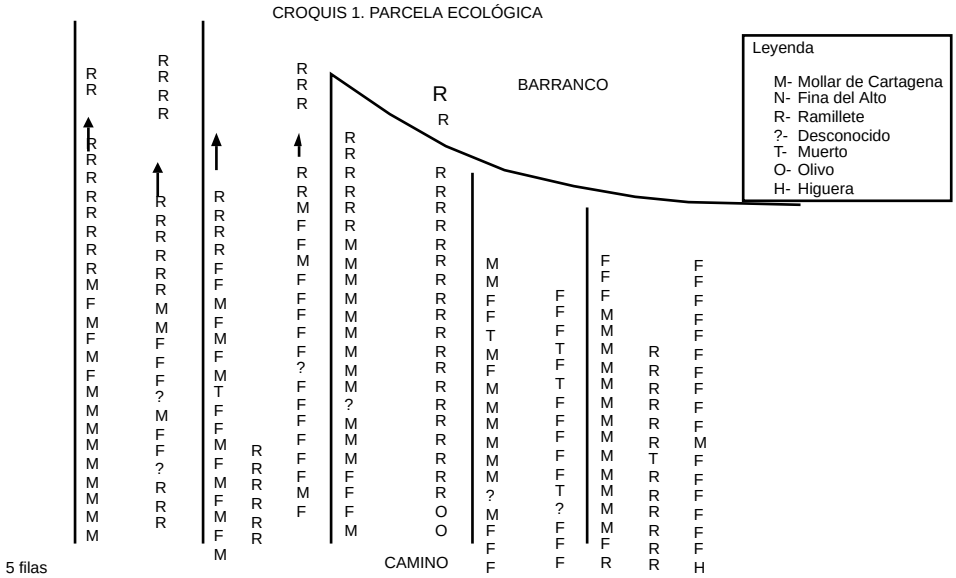
Las plagas principales en las dos parcelas durante la campaña 2000/2001, han sido los pulgones y la araña roja, las enfermedades que tuvieron mayor incidencia la lepra y el cribado.

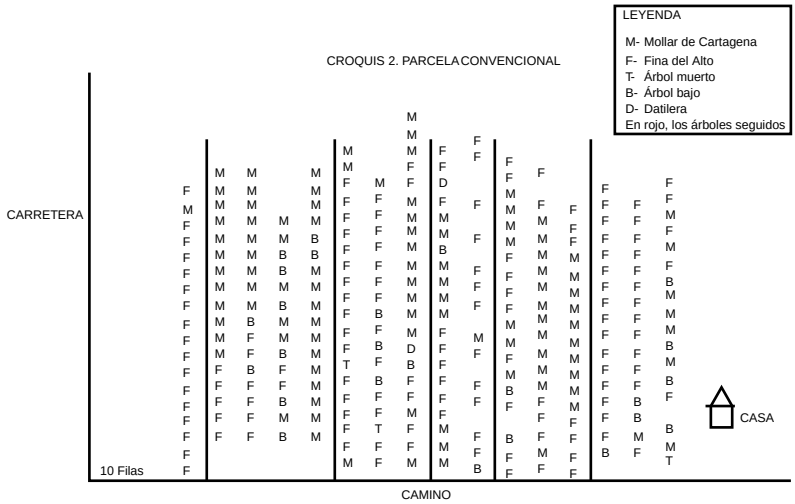
La variedad Mollar de Cartagena fue la más afectada por plagas y enfermedades en las dos parcelas consideradas, siendo especialmente graves los provocados por pulgones y cribado, que le ocasionaron la defoliación parcial.

Los productos químicos utilizados en la parcela convencional fueron efectivos en el control de las plagas y enfermedades, aunque afectaron a la fauna auxiliar.

La piretrina utilizada contra pulgones en la parcela ecológica, apenas tuvo efecto sobre éstos, y sin embargo, retrasó la fecha de aparición de los enemigos naturales de éstos. Los jabones potásicos disminuyeron la incidencia de pulgones y no tuvieron efecto sobre los auxiliares.

En la parcela ecológica se encontraron una mayor cantidad y diversidad de especies de insectos auxiliares que en la parcela convencional.





BIBLIOGRAFÍA

DE LA CRUZ BLANCO, J.L.; MORENO TAMUEJO, A. (2000). Plagas y enfermedades del almendro. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, 43 pp.

DE LIÑÁN, C. (2000). Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnicas S.L. 668 pp.

LABRADOR, J. REYES, J.L. (1993). Guía de productos utilizados en Agricultura Ecológica. Sección de Producción Agraria. Junta de Extremadura

MONOGRÁFICO BIO LUR NAVARRA (1999). Principales productos utilizados en agricultura ecológica. Propiedades y forma de empleo. Ed. Bio Lur Navarra. 39 pp.

VARGAS, F. (1999) Situación del almendro en los países mediterráneos. Fruticultura Profesional 1104, 31-41.

¿Es la introducción de especies exóticas para el control biológico de plagas totalmente compatible con la producción agraria ecológica?

VÍCTOR A. SUÁREZ-ALVAREZ, LAURA CAPDEVILA-ARGÜELLES, BERNARDO ZILLETTI[1]

1 G.E.I. Grupo Especies Invasoras. C/ Tarifa 7, 24193, Navatejera, León. Tel-Fax +34 987 263527. e-mail gei.invasoras@wanadoo.es

RESUMEN

El control biológico de plagas comprende una serie de prácticas y técnicas comúnmente aceptadas como compatibles con la conservación del medio natural y por tanto admitidas en agricultura ecológica. Sin embargo existen algunos aspectos donde se debe tener especial cuidado. Es el caso de la liberación de agentes de control biológico exóticos.

De no existir una completa seguridad en cuanto a la inocuidad de una especie exótica introducida, parece recomendable adoptar el principio de precaución, tal y como se ha hecho en otros casos, como en el de los organismos modificados genéticamente.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de producción agraria ecológica se fundamentan, entre otros aspectos, en procedimientos y modalidades técnicas compatibles con la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. En un esfuerzo para dar solución a los problemas planteados por la agricultura convencional, se establecen una serie de criterios que en la Unión Europea se concretan en el Reglamento (CEE) Nº 2.092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, así como en su transposición a la legislación de los distintos estados miembros.

No obstante, aún quedan varios aspectos por solucionar. Entre las técnicas admitidas para la lucha contra plagas, se encuentra el control biológico, que si bien requiere como requisito la adopción de una serie de medidas conjuntas que se indican en Anexo I del mencionado Reglamento, considera la posibilidad de la diseminación de predadores entre ellas.

A lo largo de la historia de la agricultura encontramos numerosos casos de introducciones, generalmente involuntarias, de organismos y agentes patógenos cuyo control bajo criterios de agricultura ecológica es realmente conflictivo. Algunos de estos organismos son especies exóticas que se comportan como invasoras, al encontrar condiciones favorables en el nuevo medio. Una de éstas es la ausencia de enemigos naturales, razón por la cual se han llegado a introducir otras especies exóticas capaces de controlar a la plaga (generalmente provenientes de la misma zona de origen).

Pero la técnica de introducir enemigos naturales exóticos no está exenta de riesgo, tal y como comúnmente se suele admitir para el resto de técnicas de control biológico. Están descritos varios casos en los que la especie controladora no sólo ha fracasado con el control de la plaga, sino que a su vez también se ha transformado en una especie invasora afectando negativamente a otros organismos autóctonos y alterando el equilibrio ecológico de los ecosistemas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el presente trabajo se pretende debatir sobre la idoneidad de unos métodos ampliamente aceptados para la agricultura ecológica, que aunque avalados por numerosos éxitos, en determinadas circunstancias pueden tener repercusiones negativas sobre los ecosistemas, las economías locales y el bienestar humano.

COSTES Y CONSECUENCIAS DE LAS INTRODUCCIONES DE ESPECIES EXÓTICAS

Los beneficios de los principales sistemas productivos (agricultura, horticultura, silvicultura, pesca, etc.) dependen, en la actualidad, en gran medida de especies que provienen de otras partes del mundo. Aunque no todas las especies exóticas introducidas logren asentarse y volverse invasoras (aproximadamente lo hace 1 de cada 10) e independientemente de las causas de introducción, sean estas intencionales o no intencionales, las consecuencias pueden ser dramáticas (Tabla I).

Tabla I. Tipos de impacto y consecuencias de la introducción de especies exóticas invasoras en los ecosistemas

Tipo de impacto	Consecuencias
Sobre los individuos	Alteraciones de los patrones compartamentales, reducción de la tasa de reproducción, etc.
Genéticos	Alteración del flujo génico, hibridación, etc.
Sobre la dinámica de poblaciones	Extinciones, cambios en la abundancia, distribución, estructura, etc.
Sobre comunidades	Reducción de la diversidad biológica o alteraciones en la estructura de las comunidades
Sobre ecosistemas	Creación de un régimen de perturbación, cambios del medio físico

A nivel ecológico el impacto de una especie exótica invasora se puede medir a distintos niveles (PARKER y col., 1999):

En síntesis, el efecto de la introducción de especies exóticas es considerado actualmente como una de las mayores amenazas a la biodiversidad estimándose en un 39% las extinciones de fauna en el mundo ocurridas por esta causa desde 1600 (INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES, 1996).

También desde el punto de vista económico los efectos son catastróficos. Introducciones no intencionales de enfermedades y plagas han generado severas pérdidas para la agricultura. Las cifras documentadas para el daño provocado por 43 especies invasoras de insectos en Estados Unidos entre 1906 y 1991, ascienden a más de 92,5 billones de US $ (MC NEELY y col., 2001). El la Península Ibérica el taladro de los geranios (*Cacyreus Marshalli* Butler), una mariposa de

origen sudafricano, puede afectar a un sector, el de la floricultura, que genera un movimiento de dinero que ronda los 18 millones de euros. Situaciones parecidas padecen otros sectores productivos (pesca, industria, turismo, etc.).

Otro riesgo que conlleva la introducción de especies exóticas es la posibilidad de la difusión de parásitos y agentes patógenos de importancia para la salud humana (paludismo, encefalitis, etc.) así como para las especies autóctonas vegetales (virus del bronceado del tomate, grafiosis del olmo, etc.) y animales (leishmaniosis, filariosis, etc.).

DEFINICIONES

Especie autóctona: Se refiere a una especie, subespecie o taxón inferior que vive en su área de distribución natural (pasada o presente) incluyendo el área que puede alcanzar y ocupar exclusivamente con sus propios medios (SSC/ISSG 2000).

Especie exótica: Especie, subespecie o taxón inferior que se manifiesta fuera de su área de repartición natural (pasada o presente) y fuera de su área de dispersión potencial (o sea, fuera del área que naturalmente ocupa o podría ocupar sin introducción o intervención directa o indirecta por el hombre); incluye cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie capaz de sobrevivir y de reproducirse más tarde (SSC/ISSG 2000).

Especie Exótica Invasora (E.E.I.): Se refiere a una especie exótica que se establece en un ecosistema o hábitat natural o semi-natural, actúa como un agente de cambio, y amenaza la diversidad biológica nativa, teniendo consecuencias ecológicas, y/o económicas y/o sanitarias (SSC/ISSG 2000) (MC NEELY y col., 2001).

Introducción: Se refiere a un movimiento por medio de un agente humano, directo o indirecto, de una especie exótica (incluyendo toda parte, gameto o propágulo de dicha especie capaz de sobrevivir y de reproducirse) fuera de su área de distribución natural, pasada o presente. Este movimiento puede ser dentro de un mismo país o entre países o áreas más allá de las jurisdicciones nacionales (SSC/ISSG 2000).

Introducción intencional: se refiere al movimiento deliberado y/o suelta por parte de humanos de una especie exótica fuera de su área de distribución natural (SSC/ISSG 2000).

Introducción no intencional: se refiere a las introducciones de una especie que utiliza al hombre o medios humanos como vectores de dispersión fuera de su área de distribución natural (SSC/ISSG 2000).

Control biológico: adoptamos la definición de la O.I.L.B. (Organización Internacional para la Lucha Biológica) «el control biológico es la utilización de organismos vivos o de sus productos para impedir o reducir (no eliminar) las pérdidas o daños ocasionados por los organismos nocivos».

Análisis de riesgo: se refiere a (COP6, 2002):

- Evaluación de las consecuencias de una introducción y de la posibilidad que una especie exótica pueda asentarse basándose en información científica.
- Identificación de las medidas a implementar para reducir o gestionar estos riesgos teniendo en cuenta consideraciones socio-económicas y culturales.

ALGUNOS EJEMPLOS DE EFECTOS NO DESEADOS DEL CONTROL BIOLÓGICO

La gestión de las especies invasoras (contención, control, erradicación y mitigación) no es tarea sencilla y los gastos asociados pueden alcanzar cifras elevadísimas. Entre los métodos de control cabe mencionar como uno de los más rentables por su relación costes-eficacia al control biológico. En su forma más sencilla, esta técnica consiste en combatir a una plaga introduciendo un enemigo natural proveniente de la misma zona de origen. Su objetivo no es la erradicación, sino más bien la reducción de la competencia entre una especie invasora con la fauna autóctona, reduciendo así su densidad y disminuyendo el impacto sobre el medio natural. Las especies a introducir en teoría se seleccionan sobre la base de una estricta especificidad hacia el organismo huésped, con el fin de evitar riesgos o efectos indeseados para las otras especies (WITTEMBERG y COCK, 2001)

Frente a los numerosos éxitos conseguidos mediante el control biológico, considerado además, como una técnica «limpia» y segura, cabe mencionar algunos ejemplos que evidencian claramente el alto riesgo que conlleva la aplicación de este método introduciendo especies exóticas.

- Ejemplo 1: La mangosta *Herpestes javanicus* (Gervais) fue introducida en varias islas, incluso Hawai, desde finales del siglo XIX hasta el XX con el fin de controlar las poblaciones de ratas. El impacto de este animal fue catastrófico para la fauna nativa, sobre todo para las aves que nidifican en el suelo, siendo éstas presas fáciles al no haber desarrollado un comportamiento evolutivo frente a depredadores de movimiento rápido (ISSG/UICN, 2001).
- Ejemplo 2: El sapo *Bufo marinus* (Linneo), se introdujo en Australia en 1935 para combatir una plaga de escarabajos que dañaban los cultivos de caña de azúcar. Este anfibio tiene una alta tasa de fecundidad respecto a los anuros nativos y posee defensas químicas (batracotoxinas) más potentes y puede ocupar diferentes hábitats, resistiendo un amplio espectro de condiciones climáticas. En lugar de los escarabajos plaga, finalmente este sapo se alimentaba de otros anfibios autóctonos e invertebrados. Hoy en día no existe un método de control efectivo para esta especie que se ha vuelto un grave problema (VAN DAM y col., 2000).
- Ejemplo 3: El éxito de la introducción de la polilla argentina *Cactoblastis cactorum* (Berg) en Australia, Sudáfrica y otros países, alentó en 1957 su utilización contra especies exóticas de opuntia en el Caribe, en la isla de Nevis. Pronto la polilla se expandió a las islas cercanas, incluyendo las Caimán, en 1989 alcanzó Florida y en el año 2000 la península de Yucatán (presumiblemente introducida con opuntias transportadas desde la República Dominicana). Actualmente, amenaza a cactus en peligro de extinción y en Méjico provoca daños en la economía, ya que los frutos de las opuntias tienen un aprovechamiento económico (WITTENBERG y COCK, 2001)

IMPORTANCIA DE UNA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA INTRODUCCIÓN DE ENEMIGOS NATURALES EXÓTICOS

De los ejemplos expuestos en el apartado anterior, se desprende que la aplicación de técnicas de control biológico han tenido efectos perjudiciales en algunos casos. Actualmente cualquier introducción de una especie exótica para el control biológico de una plaga, es sometida a rigu-

rosos controles de seguridad. Como referencia se puede citar el Código de Conducta para la importación y liberación de agentes exóticos de control biológico, publicado por la FAO (FAO, 1996), donde se trata de la importación de agentes exóticos de control biológico capaces de reproducirse (por ejemplo parasitoides, predadores, parásitos, artrópodos fitófagos y patógenos) con fines de investigación y para su liberación en el campo en el control biológico, así como los utilizados como plaguicidas biológicos.

Sin embargo, este código admite implícitamente la necesidad de introducir elementos exóticos y a la vez admite la posibilidad de fracasos y consecuencias adversas, dado que entre sus objetivos y normas, describe las responsabilidades de cada parte implicada. También se refiere a la necesidad de un análisis de riesgos y el establecimiento de medidas de emergencia en el caso de que el organismo muestre propiedades adversas inesperadas después de su introducción. Esto contrasta con lo indicado en el primer objetivo «Facilitar la importación, exportación y liberación inocuas de agentes exóticos de control biológico…», en cuanto a la definición de inocuo aplicado a estos procedimientos, que resulta confusa en tanto que no puede haber completa seguridad de ausencia de riesgos potenciales. Si existe esa seguridad, entonces no tiene demasiado sentido un establecimiento de medidas de emergencia y esa introducción efectivamente tendrá un carácter inocuo.

Prever cuál será el comportamiento de una especie exótica una vez introducida es tarea extremadamente compleja, si no imposible. Muchas son las variables a tener en cuenta, entre ellas la posibilidad de que los efectos indeseados se manifiesten después de un cierto tiempo (tiempo de latencia). Esto es, por ejemplo, el caso del estornino (*Sturnus vulgaris* L.) en Estados Unidos. Un centenar de ejemplares fueron introducidos en la ciudad de Nueva York por unos aficionados. La especie empezó su expansión a lo largo de todo el subcontinente norteamericano sólo treinta años después, habiéndose quedado hasta entonces, estable en su lugar de introducción. Hoy en día el estornino es considerado en este país una auténtica plaga.

Otro aspecto a tener en cuenta se puede derivar del caso de un insecto (*Scymnus impexus* (Mulsant)) introducido en Suecia para controlar a un pulgón (introducido) plaga de una especie forestal (*Abies alba* Mill.) también introducida. El agente de control no produjo los efectos esperados, aunque logró sobrevivir en el nuevo medio habiéndose encontrado ejemplares vivos después de 8 años de su introducción (EIDMANN y EHNSTRÖM. 1975).

Aún así hay otros casos, por citar ejemplos en la Península Ibérica, como el de *Rodolia cardinalis* Mulsant y *Cryptolemus montrouzieri* Mulsant, Coccinélidos introducidos desde Australia para combatir una plaga igualmente australiana, la cochinilla acanalada de los cítricos (*Icerya purchasi* Maskell). El control ha sido satisfactorio y de momento no se aprecian efectos negativos. Estos éxitos han animado a la introducción de nuevas especies, como los parasitoides *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya y *Quadrastichus* sp. para el control del minador de los cítricos (PORCUNA, 2000) (que se les supone menos peligrosos al ser más específicos).

La introducción de especies exóticas para el control biológico de plagas tiene como objetivo principal la salvaguarda de la producción. Si el enemigo natural introducido no produce el efecto deseado se intentará con otra especie o con otros métodos. Cabe por lo tanto preguntarse que puede ocurrir si los agentes de control, supuestamente seleccionados para el huésped (la plaga), logran sobrevivir en el nuevo medio. ¿Qué tipo de efectos pueden tener? Y aunque no se vuelvan en una nueva plaga, ¿qué tipo de interacciones tienen con la entomofauna autóctona? ¿Qué consecuencias y de cuánta magnitud tendrán sobre la biodiversidad?

¿CUÁL PUEDE SER LA POSTURA DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA?

Como en muchas otras ocasiones, parece recomendable adoptar el principio de precaución. Ante el riesgo de que una introducción llegue a suponer un peligro para el equilibrio ecológico de la zona, es mejor renunciar a ella. Esto es especialmente importante si nos referimos al caso de la agricultura biológica, donde este equilibrio es de crucial importancia para el control de plagas.

En este contexto parece conveniente tratar de evitar la introducción de cualquier especie exótica si no tenemos una seguridad completa de su inocuidad, cuestión por otra parte de difícil determinación.

Es posible aportar nuevas medidas de obligado cumplimiento que puedan ser recogidas en modificaciones del Reglamento 2092/91 y en las diferentes normativas.

Por la magnitud y el alcance de las consecuencias de la introducción de especies queda, por lo tanto patente. que la prevención es sin duda la mejor herramienta para hacer frente a futuros problemas.

El sector de la agricultura ecológica ya ha tomado medidas de máxima precaución en otros casos, como el de los organismos modificados genéticamente. En estos últimos, no se puede decir que se haya demostrado un efecto negativo en todos los casos de liberación en el medio natural, pero existe un riesgo y se asume que puede no ser inmediato (tiempo de latencia).

BIBLIOGRAFÍA

Código de conducta para la importación y liberación de agentes exóticos de control biológico, 1996. FAO, Roma. 21 pp.

EIDMANN, H.H.; B. EHNSTRÖM (1975). Einbürgerung von *Scymnus impexus* muls.(Col. Coccinellidae) in Sweden. *Entomologisk* Tidskrift 96:14-16. En I.R. Weidema (ed.). *Introduced Species in the Nordic Countries*.Nord 2000:13 Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 2000.

INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES (1996). *Recursos Mundiales. La guía global del medio ambiente*. A. muñoz (Ed.). Ecoespaña Editorial. Ministerio de medio ambiente. 398 pp.

ISSG/UICN (2001). 100 of the world's worst invasive alien species. *Suplemento especial en Aliens 12*. 11 pp.

MC NEELY, J.A., H.A. MOONEY, L.E. NEVILLE, P. SCHEI AND J.K. WAAGE (Eds.) (2001). A Global Strategy on Invasive Alien Species. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge U.K., in collaboration with the Global Invasive Species Programme. x+50 pp.

PARKER, I.M., D. SIMBERLOFF, W.M. LONSDALE, K. GOODELL. M. WONHAM, P.M. KAREIVA, M.H. WILLIAMSON, B. VON HOLE, P.B. MOYLE, J.E. BYERS; L. GOLDWASSER (1999). Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. *Biological Invasions* 1: 3-19.

PORCUNA, J.L. (2000). Estrategias y herramientas para el control biológico. En *Ponencias de los cursos de l'Escola agraria de Manresa «Sanidad de los cultivos y control ecológico»*. Amics de l'Escola Agraria de Manresa, editor. 188 pp.

Principios guía para la prevención, introducción y mitigación del impacto de las especies exóticas que amenazan ecosistemas, hábitas o especies (Decisión VI/23 adoptada por la COP para el Convenio sobre Diversidad Biológica en su VI encuentro, The Hague, Holanda, abril de 2002).

VAN DAM, R.A.; WALDEN, D.; BEGG, G. (2000). *A preliminary risk assessment of cane toads in Kakadu National Park. Final Report to Parks North*. Supervising Scientist, Darwin, N.T., 89 pp.

WITTEMBERG, R.; COCK, M.J.W. (2001). *Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, xii - 228.

SSC Invasive Species Specialist Group. IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. Aprobado en el 51st Meeting of the IUCN Council, Gland Switzerland, febrero de 2000.

¿Compensa la fotoselectividad en mallas anti-insectos en invernaderos mediterráneos?

E.J. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, M. DÍAZ PÉREZ, F. CAMACHO FERRE, D. GALLARDO VILLANUEVA, J.J. CARMONA MEDINA[1]

[1] Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería

RESUMEN

Se compararon 5 invernaderos de tipo «raspa y amagado» en Almería protegidos con mallas de 20x 10 hilos/cm con diferencias en su fotoselectividad y en la orientación de sus ejes, todos ellos cultivados de tomate. La incidencia del virus del rizado amarillo de la hoja (TYLCV) fue el indicador utilizado para valorar el interés derivado del valor añadido que supone la fotoselectividad en las mallas anti-insectos. No se observó ventaja alguna asociada al uso de mallas fotoselectivas. Por el contrario, la orientación del invernadero, que condiciona de forma implícita la exposición de las ventanas, se presentó como un factor de crucial importancia en la incidencia de la virosis.

INTRODUCCIÓN

El interés del uso de mallas de 20x10 hilos/cm (50 mesh) en países como Israel ha sido suficientemente demostrado incluso en términos económicos (TAYLOR y col., 2001) como una estrategia interesante para el control de plagas y enfermedades. Recientemente el uso de estos materiales en las superficies de ventilación y zonas de acceso a los invernaderos en Andalucía ha sido regulado por la orden del 12 de diciembre de 2001 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la JJ.AA. (BOJA 8-Enero-2002) considerándose una medida de obligatorio cumplimiento a partir del 8 de enero del 2003 para el control de plagas implicadas en la transmisión de virosis, a excepción de aquellos casos en los que no permitan una adecuada ventilación del invernadero. En los últimos años la aparición y extensión de virosis como el TYLCV y CVYV han provocado importantes perdidas en la horticultura mediterránea de invernadero.

La oferta comercial sitúa en el mercado al agricultor ante materiales que, además de contar con la densidad de hilos por cm como argumento competitivo, aportan como novedad la propiedad de la fotoselectividad, a un coste significativamente superior.

Estudios previos realizados por Antignus y col. (1999) en invernaderos túneles de Israel de reducidas dimensiones (36 m^2 de superficie) que permanecieron abiertos por sus extremos a lo largo del ensayo, demostraron que la fotoselectividad solamente resultaba interesante en mallas

de 50 mesh, y no así en mallas menos densas de 30 y 16 mesh. En cierto modo, el proceso de filtrado de la radiación comenzaba a tener resultado cuando había suficiente densidad de hilos por cm.

Sin embargo las características de los invernaderos mediterráneos presentes en zonas como Almería distan bastante de las correspondientes a los ensayos anteriormente referidos, de modo que la aplicabilidad de dichos resultados debe a priori cuestionarse.

Siguiendo dicha línea trabajos previos realizados por nuestro grupo de investigación (FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ y col., 2002a, 2002b y 2002c) en condiciones de producción del sureste español nos condujeron a comparar diferentes densidades de mallas y tipos, tanto fotoselectivas como no fotoselectivas,. Los resultados preliminares nos permiten cuestionar la utilidad de dicha propiedad en mallas anti-insectos cuando estas son empleadas en invernaderos con cubiertas no fotoselectivas a la vez que valorar aspectos importantes a nuestro juicio como son la exposición de las ventanas a los vientos y por tanto la `propia orientación del eje del invernadero, ya que el arrastre por el viento de los diminutos insectos vectores de virosis parece jugar un papel crucial preponderante sobre la accesibilidad voluntaria de los insectos a los invernaderos, a la vez que una vez dentro del invernadero el filtrado de la radiación UV a través de las superficies de ventanas protegidas está limitado a su reducida dimensión, en comparación con el propio material plástico de cubierta y su propia apertura. El presente trabajo pretende dar continuidad a los anteriores, ampliando el número de invernaderos sometidos a estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en cinco invernaderos comerciales de tipo multicapilla «raspa y amagado» pertenecientes a dos explotaciones ubicadas en el paraje Bellavista en de El Alquián (Tº M. Almería) durante la campaña 2001/2002 y asociadas a la cooperativa C.A.S.I. La especie empleada fue *Lycopersicon esculentum* y el sistema de cultivo seguido en todos ellos fue mediante gancho y descuelgue. Las características de los invernaderos se resumen en la Tabla I. Todos ellos contaban con malla de 20x10 hilos/cm dispuesta sobre las ventanas cenitales y laterales. Tres de los cinco invernaderos presentaban malla foteselectiva en la totalidad de sus aperturas de ventilación, mientras que el invernadero 4 sólo contaba con malla fotoselectiva dispuesta sobre las aperturas cenitales. Estos cuatro invernaderos fueron comparados con el invernadero 1, considerado como control. Por otro lado, la orientación de los invernaderos se reparte entre tres piezas cuyo eje se encuentra orientado en dirección Norte-Sur y dos en dirección Este-Oeste. Cada invernadero fue divido en 8 zonas de igual superficie que fueron consideradas como parcelas elementales y sobre las cuales se efectuaron periódicamente hasta 6 conteos sobre la totalidad de las plantas con el propósito de identificar la incidencia del TYLCV mediante sintomatología visual los días 4/12/01, 4/01/02, 15/02/02, 15/03/02, 15/04/02 y 15/05/02.

Todos los invemaderos contaban con cubierta de Polietileno no fotoselectiva y estuvieron sometidos al mismo plan de tratamientos fitosanitarios con las mismas dosis de materias activas y en las mismas fechas.

Se efectuaron análisis de la varianza comparando invemaderos, tipos de malla empleados y orientación del eje del invernadero.

Tabla I. Características de los invernaderos empleados durante la campaña 2001/2002

Invernadero	1	2	3	4	5
Superficie m^2	10000	9000	3000	10000	3600
Volumen m^3 m^{-2}	4,25	4,25	3,75	4,25	4,70
Ventilación %	14,0	14,0	15,5	15,3	12,3
Malla de 50 mesh	No fotoselectivo	Fotoselectivo	Fotoselectivo	Fotoselectivo cenital y no fotoselectivo lateral	Fotoselectivo
Orientación del eje	Norte-sur	Este-Oeste	Norte-Sur	Norte-Sur	Este-Oeste

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de incidencia de la virosis encontrados demuestran la utilidad del uso de mallas de 20x10 hilos/cm en condiciones mediterráneas para el control del TYLCV

La utilización de mallas con propiedades fotoselectivas bien en la totalidad bien solamente en las ventanas cenitales, no ofreció ventaja alguna en el control del TYLCV. En ninguno de los muestreos realizados se apreciaron diferencias significativas entre las tres tesis ensayadas (Tabla II).

Tabla II. Efecto de la protección con malla fotoselectiva de 50 mesh en la evolución del porcentaje de plantas afectadas por el TYLCV durante la campaña 2001/2002

	4/12/01	4/1/02	15/2/02	15/3/02	15/4/02	15/5/02
Fotoselectiva	0,43a	1,56a	2,88a	3,57a	4,05a	4,26a
No fotoselectiva	0,27a	1a	2,31a	3,03a	3,60a	4,52a
Fotoselectiva cenital	0,30a	1,55a	2,09a	2,53a	2,94a	3,11a
Valor p	0,188	0,450	0,296	0,285	0,340	0,268

Test de mínimas diferencias significativas, valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p<0,05$

La orientación del eje del invernadero tuvo una alta influencia sobre la incidencia de la virosis estudiada, presentándose diferencias altamente significativas en 5 de los seis muestreos efectuados y significativas en el último. Los invemaderos cuyo eje estaba orientado en dirección Este-Oeste, presentaron un mayor porcentaje de plantas afectadas por sintomatología del virus de la cuchara en todos los muestreos (Tabla III). Estos resultados confirman lo ya apuntado en nuestro trabajo previo (FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ y col., 2002b) en el que se compararon dos invernaderos que además de diferir en la fotoselectividad de su malla, presentaban diferente orientación del eje principal, sugiriendo que factores como la mayor renovación de aire debida a una diferente exposición de las superficies ventanables habrían redundado en un superior nivel de entradas del insecto vector que justificaría las diferencias encontradas en la incidencia del TYLCV que en dicho caso resultaron significativas (8,87% en el invernadero protegido con malla fotoselectiva frente a 3,62% en el control). De hecho, esos invernaderos se corresponden con los codificados con los números 1 y 2 del presente ensayo y siendo estudiados comparativamente sin

tener en cuenta el resto de casos, tal y como ilustra la Tabla IV, en la campaña 01/02 de nuevo la incidencia de la virosis fue superior en el invernadero cuya orientación fue Este-Oeste, aunque las diferencias solo fueron significativas en el primer conteo. La menor incidencia encontrada en la segunda campaña respecto a la anterior pudo deberse a la menor presencia local de *Bemisia tabaci* que de hecho, ha sido contrastada en muestreos realizados en la zona a lo largo de dicha campaña.

Tabla III. Efecto de la orientación del eje principal del invernadero en la evolución del porcentaje de plantas afectadas por el TYLCV durante la campaña 2001/2002

	4/12/01	4/1/02	15/2/02	15/3/02	15/4/02	15/5/02
Norte-Sur	0,22b	1,06b	2,08b	2,60b	3,10b	3,57b
Este-Oeste	0.60a	2,03a	3,39a	4,24a	4,69a	4,85a
mds	0,111	0,656	0,786	0,952	1,101	1,192
Valor p	0,000	0,0049	0,0017	0,0012	0,0059	0,0351

Test de mínimas diferencias significativas, valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p<0,05$

Tabla IV. Evolución del porcentaje de plantas afectadas por el virus de la cuchara TYLCV del invernadero 1 y 2. Campaña 2001/2002 (continuación del ensayo realizado en la campaña 2000-2001)

	4/12/01	4/1/02	15/2/02	15/3/02	15/4/02	15/5/02
Invernadero 1	0,27b	1,00a	2,31a	3,02a	3,60a	4,51a
Invernadero 2	0,50	1,13a	3,57a	4,75a	5,27a	5,59a
mds	0,215	0,781	1,513	1,984	2,222	2,288
Valor p	0,040	0,720	0,097	0,084	0,128	0,331

Test de mínimas diferencias significativas, valores numéricos seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p<0,05$

CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto anteriormente la respuesta a la pregunta formulada en el título de la presente comunicación es negativa, ya que cuando esa propiedad ha sido evaluada durante dos campañas consecutivas en mallas de 50 mesh para el control del TYLCV no se ha apreciado ventaja alguna en invernaderos de tipo «raspa y amagado», no justificándose por tanto el mayor desembolso económico ligado a su uso.

No obstante, el interés de estos materiales queda aún por demostrar cuando se utilicen en combinación con materiales de cubierta de invernaderos también fotoselectivas, ya que el valor añadido que supone la barrera óptica en las mallas anti-insectos no estaría justificada a nuestro juicio si la eliminación espectral no se produjese en la totalidad del espacio protegido por el invernadero. Por otro lado no ha de olvidarse la importancia aquí demostrada de la exposición de las ventanas a la entrada de insectos vectores.

BIBLIOGRAFÍA

ANTIGNUS, Y.; LAPIDOT, M.; HADAR, D.; MESSIKA Y.; COHEN, S. (1999). Aplicación de Bionet ® para la mejora de la protección de invernaderos contra plagas y enfermedades víricas. Informe anual 1997/1998. Habsor Research Center. Southern R&D Station, Israel (en hebreo), pp. 127–135.

TAYLOR, SARIT SHALHEVET, ISHAI SPHARIM, MENACHEM J. BELINGER, SARAH LEBIUSH-MORDECHI (2001). Economic evaluation of insec-proof screens for preventing tomato yellow leaf curl virus of tomatoes in Israel.Crop Protection 20, 561-569.

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E.J.; CAMACHO FERRE, F.; DÍAZ PÉREZ, M.; MARTÍNEZ ASENCI, E.J. (2002a). Efectos de la utilización de mallas de 20x10 hilos cm^{-1} (50 mesh) sobre los niveles poblacionales de mosca blanca y trips bajo invernadero en cultivo de tomate y sobre la incidencia del TYLCV en el sureste español. Phytoma 135, 206-207.

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E.J.; CAMACHO FERRE, F.; DÍAZ PÉREZ, M. (2002b). Influencia de la utilización de mallas de 20x10 hilos cm^{-1} (50 mesh) fotoselectivas vs no fotoselectivas sobre la incidencia del TYLCV en invernaderos mediterráneos del sureste español: primer avance Phytoma 135, 210-211.

FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, E.J.; CAMACHO FERRE, F.; DÍAZ PÉREZ, M.; OCETE GAVILÁN, R.; MARTÍNEZ ASENCI, E.J. (2002c). Interés de la fotoselectividad como propiedad de los filmes de cubierta para invernaderos mediterráneos: efectos sobre la presencia de mosca blanca e incidencia del TYLCV en tomate en el sureste español Phytoma ,135, 208-209.

Manejo ecológico de *Trialeurodes vaporariorum* West en tomate orgánico en Uruguay

ALDA RODRÍGUEZ DOS SANTOS, E.M. DEL POZO NÚÑEZ

Universidad Agraria de La Habana Cuba.

RESUMEN

A partir de insectos micosados de la especie *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, encontrados en tomate orgánico en invemaderos en Uruguay, se obtuvieron varios aislamientos de hongos entomopatógenos. Los ensayos preliminares con siete de estos aislamientos mostraron una alta virulencia de los mismos, con porcentajes de mortalidad superiores a 70%. Al evaluar el efecto de concentraciones de 10^7-10^9 conidios.ml^{-1} de dos aislamientos, Vl-003 de la especie *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas y Pf-001 de la especie *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown et Smith, la mortalidad varió de 49,30 a 92,11% en el primero y de 17,26 a 91,46% en el segundo demostrándose un marcado efecto de la concentración y la potencialidad de ambos aislamientos como agentes de control de la mosca blanca. En condiciones de producción de tomate orgánico en invemáculo, donde se realizaron aplicaciones del aislamiento Pf-001 se evaluó la población de formas inmaduras de la mosca blanca en el período del 22 de septiembre de 1998 al 4 de febrero de 1999 y se encontró que dichas poblaciones disminuyeron de 40-50 individuos por hoja a menos de 10. Se demostró que en tomate orgánico en invernaderos en el sur de Uruguay se pueden aplicar hongos entomopatógenos con potencial para ser utilizados como agentes de control biológico de la mosca blanca en los invernaderos.

INTRODUCCIÓN

Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) son consideradas en el mundo como las principales plagas en condiciones de cultivo protegido (LANDA y col., 1994). Son insectos muy polífagos y cosmopolitas, que se multiplican sobre un gran número de plantas herbáceas (SOTO, 1997), extendiéndose por la mayor parte de las regiones de clima templado o cálido (LACASA y CONTRERAS, 1995). Entre las moscas blancas, la de los invemaderos, *Trialeurodes vaporariorum* West. constituye, en Uruguay, una de las principales plagas del tomate *(Lycopersicon esculetum* Mill.) y otros cultivos hortícolas protegidos.

Las condiciones de cultivo de los invernaderos ofrecen temperaturas óptimas para el crecimiento, la reproducción y la sobrevivencia de esta plaga en los meses de invierno, siendo más notoria la actividad y los daños cuando se incrementa la temperatura (fines de agosto y sep-

tiembre) (BERNAL y BUENAHORA, 1996). Las dificultades para controlarla radican, básicamente, en su corto ciclo de vida, su gran potencial reproductivo, el elevado número de generaciones al año, el amplio rango de hospedantes, su ubicación en el envés de la hoja y la gran capacidad para desarrollar resistencia a los insecticidas (SOTO, 1997).

En sistemas de producción de tomate orgánico en invernaderos en Uruguay, las explosiones de *T. vaporariorum* poblacionales han provocado, según el año, hasta la pérdida total de la producción por lo que se hace necesario buscar altemativas de control más adecuadas que se puedan incluir en programas de Manejo Ecológico de Plagas, como es el empleo de agentes de control biológico (LANDA y col., 1994; VIDAL y col., 1997).

Dentro de los agentes de control biológico, los hongos entomopatógenos son considerados de gran valor para controlar plagas en agricultura (ROBERTS, 1989; TANADA y KAYA, 1993), y han resultado ser inocuos al medio ambiente, las personas y los animales (GOETTEL y JOHNSON, 1992). Los hongos son los patógenos de insectos que más frecuentemente se han aislado de mosca blanca, con más de 20 especies reportadas, incluyendo los géneros *Verticillium*, *Aschersonia*, *Paecilomyces* y *Beauveria* (HELYER y col., 1992; TANADA y KAYA, 1993; LANDA y col.,1994; MEEKES y col., 1994). Dentro de las especies más estudiadas por su efectividad en el control de moscas blancas se destacan *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil., *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas y *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown et Smith.

El éxito del control microbiológico con hongos entomopatógenos requiere cuidado y apropiada selección de las especies y aislamientos más adecuados (JENKINS y col., 1998). Los bioensayos de laboratorio juegan un rol fundamental en la determinación de las especies y aislamientos a utilizar, así como también en la determinación de calidad de la preparación del hongo (LANDA y col., 1994).

En Uruguay no existen antecedentes sobre el empleo de hongos entomopatógenos, por lo que la ausencia de agentes de control biológico motivaron la realización de este trabajo con el objetivo de obtener y evaluar aislamientos locales de hongos entomopatógenos para el control de *T. vaporariorum* en tomate orgánico en invernaderos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de los aislamientos

Durante dos años se realizaron muestreos en predios de producción orgánica e integrada, en cultivos de tomate y frijol verde (*Phaseolus vulgaris*) en diferentes localidades, procediendo luego al aislamiento del agente causal a partir de insectos micosados, mediante la técnica de transferencia del cadáver del insecto atacado (GOETTEL e INGLIS, 1997), utilizando Sabouraud Dextrosa Agar (SDA) como sustrato de aislamiento. Una vez obtenidos y purificados los aislamientos, se realizaron microcultivos y cultivos en colonias gigantes sobre el mismo sustrato para su caracterización e identificación.

Bioensayos

Se realizaron dos ensayos. En el primero se evaluó la patogenicidad de los aislamientos obtenidos, mientras que en el segundo se evaluó el efecto de tres concentraciones (C1, C2 y C3) de dos de los aislamientos.

Para obtener una población de moscas blancas (*T. vaporariorum*) se colocaron hojas de tomate de cultivos orgánicos fuertemente infestadas dentro de un pequeño invernáculo mantenido a la temperatura ambiente en el interior de un laboratorio de la Estación Experimental de INIA, Tacuarembó. Dicho invernáculo contenía 200 plantas de tomate en su fase inicial de desarrollo, las cuales al cabo de tres meses presentaban una abundante población de estados ninfales del insecto.

Las suspensiones de conidios se obtuvieron barriendo con un pincel fino colonias de los hongos sobre SDA , incubadas durante 20 días a 25 ºC y con un régimen de oscuridad constante. La concentración de las suspensiones se determinó mediante una cámara de Neubauer.

Para el bioensayo de patogenicidad con los diferentes aislamientos se eligieron, para cada aislamiento, cuatro hojas de tomate en buen estado sanitario, con 4 folíolos cada una y presencia homogénea de ninfas de mosca blanca, quitando huevos y larvas del primer instar, totalizando 2000 ninfas evaluadas (250 ninfas/aislamiento).

Las hojas seleccionadas se sumergieron durante un minuto en una suspensión de 10^9 conidios.ml^{-1} de los diferentes aislamientos, se dejaron secar por una hora, se colocaron en frascos erlenmeyer con agua y se cubrieron con una bolsa de nylon transparente para su conservación y el mantenimiento de una humedad relativa alta, en condiciones ambientales del laboratorio.

A los cinco días de la aplicación de la suspensión conidial se realizó la evaluación individual de cada ninfa bajo microscopio estereoscópico, determinando la mortalidad de ésta a través del cambio de sus características (color, brillo, tamaño) y la presencia de crecimiento de micelio.

En el segundo ensayo se utilizó una metodología similar para evaluar el efecto de tres concentraciones (10^9, 10^8 y 10^7conidios.ml^{-1}) de los aislamientos Vl-003 de la especie *Verticillium lecanii* y Pf-001 de la especie *Paecilomyces fumosoroseus*, sobre ninfas del segundo instar en adelante. A los 10 días se realizó la evaluación individual de cada ninfa bajo microscopio estereoscópico.

Para ambos ensayos se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones. Los datos de porcentaje de mortalidad fueron transformados según la expresión arcsen $(p)^{1/2}$, y se procesaron mediante un análisis de varianza comparándose las medias mediante la Dócima de Rango Múltiple de Duncan.

Ensayo en invernáculo

Este ensayo se desarrolló durante los meses de septiembre de 1998 a febrero de 1999, en un predio, ubicado en la localidad de San Bautista, Departamento de Canelones, sur de Uruguay. Este predio se encuentra desde el año 1995 certificado bajo las normas de producción orgánica. Tiene una superficie total de 78 Ha, dedica 55 Ha a ganadería y 12 Ha a horticultura, de las cuales 1,1 Ha están en cultivo protegido.

Como unidad experimental se tomó un invemáculo de 12 por 35 m, cultivado de tomate cultivar Alambra, con un total de 990 plantas. Las prácticas de manejo fueron las comunes al resto del predio: manejo de la rotación (el cultivo anterior fue lechuga), fertilización orgánica (con estiércol de ganado compostado), manejo de la biodiversidad a través de cultivos intercalados (frijol, lechuga, maíz y flores), bordes empastados (con alta población de leguminosas tales como trébol blanco y rojo), transplante de plantines en buen estado fisiológico y sanitario, desarrollados sobre sustrato de buena calidad (compost de lombriz). El almácigo del cultivo se realizó en

la primera quincena de agosto, realizándose el transplante en la primer quincena de septiembre. La cosecha comenzó a fines de noviembre y se extendió hasta el mes de febrero obteniéndose un total de 4.655 kg de tomate, con un promedio de 4,7 kg/planta.

Para garantizar la cantidad de inóculo necesaria para realizar la validación el hongo fue reproducido sobre arroz, en bolsas de polipropileno. Se realizaron 6 aplicaciones en total del aislamiento Pf-001 de *Paecilomyces fumosoroseus*, que comenzaron el 22 de septiembre y continuaron cada 15 días al inicio y más espaciadas a partir de noviembre. Se aplicó una suspensión conidial de concentración 5 x 10^7 conidios.ml^{-1}, garantizando una dosis de 10^{12} conidios.ha^{-1}.

Se determinó la densidad poblacional del insecto en diferentes momentos (22/9/1998, 22/10/1998, 26/11/1998, 15/12/1998 y 4/2/1999). La metodología utilizada fue conteo en hojas, para lo cual se colectó un folíolo en cada nivel de la plantas elegidas (20) al azar, siguiendo la diagonal dentro del invernáculo. Los folíolos colectados fueron colocados en bolsas de nylon y llevados al laboratorio. Con la ayuda de un microscopio estereoscópico se contó el número total de individuos presentes en cualquiera de sus estadios, excepto adultos.

Para determinar la causa principal de disminución de la población de moscas blancas presentes en el cultivo se procedió a extraer individuos del insecto y colocarlos en una cámara húmeda, observando cinco días después bajo un microscopio estereoscópico la presencia de micelio sobre el insecto.

Durante todo el ciclo de cultivo se observó la presencia de parasitoides naturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamientos obtenidos

Del material obtenido en los muestreos realizados se purificaron siete aislamientos de distintas especies de hongos entomopatógenos de *T. vaporariorum* (Cuadro 1). Lo anterior demuestra que en los cultivos orgánicos, en invernaderos de la zona experimental, existen las condiciones adecuadas para la aparición de estos hongos en forma natural. Los aislamientos corresponden a tres especies reconocidas como patógenas de moscas blancas, y que en mayor o menor grado han sido utilizadas como agentes de control de las mismas (HELYER y col., 1992; TANADA y KAYA, 1993; LANDA y col., 1994; MEEKES y col., 1994).

Cuadro 1. Aislamientos obtenidos sobre mosca blanca en las localidades muestreadas

Aislamiento	Cultivo	Localidad	Año	Hongo
Pf-001	Tomate	Canelones	98	*Paecilomyces fumosoroseus*
Pf-002	«	«	99	« «
VI-003	«	«	98	*Verticillium lecanii*
VI-002	«	«	«	« «
Bb-001	Frijol	Tacuarembó	99	*Beauveria sp.*
Vl-001	Tomate	«	«	*V. lecanii*
VI-004	«	Montevideo	«	« «

Patogenicidad de los aislamientos. Para ambos ensayos, el análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos. En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la evaluación de los siete aislamientos. Como puede observarse, todos mostraron un marcado efecto patogénico sobre los estados inmaduros de *T. vaporariorum*, con un porcentaje de mortalidad superior al 78%. Los resultados demostraron la existencia de variabilidad específica e intraespecífica en cuanto a la patogenicidad sobre la mosca blanca. La mayor mortalidad se obtuvo con aislamientos de *Verticillium lecanii,* (93,5% para el VI-003 y 78,70% para el Vl-001). Aislamientos de las tres especies probadas mostraron porcentajes de mortalidad superiores al 90%, demostrándose la potencialidad de dichas especies como agentes de control biológico.

Cuadro 2. Patogenicidad de aislamientos nativos sobre *T. vaporariorum* (% de mortalidad)(*)

AISLAMIENTOS	MEDIAS	MEDIAS TRANSFORMADAS
Vl-003	93,50	1,324 a
Vl-002	89,09	1,243 ab
Pf-002	88,78	1,235 ab
Pf-001	91,94	1,283 ab
Bb-001	91,02	1,276 ab
Vl-001	78,70	1,092 c
VI-004	84,08	1,161 bc
TESTIGO	4,37	0,203 d
CV (%)		
ES x	7,67	0,042***

(*) Medias con letras iguales no difieren significativamente, según la Dócima de Rango Múltiple de Duncan (p=0,05).

Los resultados obtenidos para el aislamiento Bb-001 corroboran los encontrados por Kasperovich y Solovei (1992) y Stirmanova (1994), quienes reportaron valores de efectividad hasta de un 98% con *B. bassiana* en el control de *T. vaporariorum.* Con relación a *V. lecanii* se han reportado resultados muy similares (PINNA, 1992; KIRK y col., 1993; LANDA y col., 1994; LI y col., 1996). Los resultados obtenidos con los aislamientos de *P. fumosoroseus* también coinciden con lo reportado por diferentes autores, como Kirk y col. (1993); Landa y col. (1994), Sosnowska y Piatkowski (1995), Bolckmans y col. (1995), Sterk y col. (1996) y Veire y col. (1996), quienes obtuvieron buenos resultados con este entomopatógeno en el control de ninfas y adultos de *T. vaporariorum* en condiciones de laboratorio y campo (invernáculo), afectando hasta un 90% la población de dicha mosca blanca.

En la Figura 1 se muestran los resultados del segundo ensayo. Para ambos aislamientos, se observa un efecto de la concentración de conidios sobre la mortalidad de las formas juveniles de la mosca blanca, siendo más evidente en el caso de Pf-001. Como se aprecia, las dos concentraciones mayores para ambos aislamientos tuvieron un comportamiento muy similar, a la vez que difirieron de las concentraciones menores para estos últimos. En este último caso, también se manifestó diferencia entre los aislamientos. Los resultados de este ensayo corroboran lo hallado en el anterior, sobre la potencialidad de estos hongos como agentes de control de la mosca blanca.

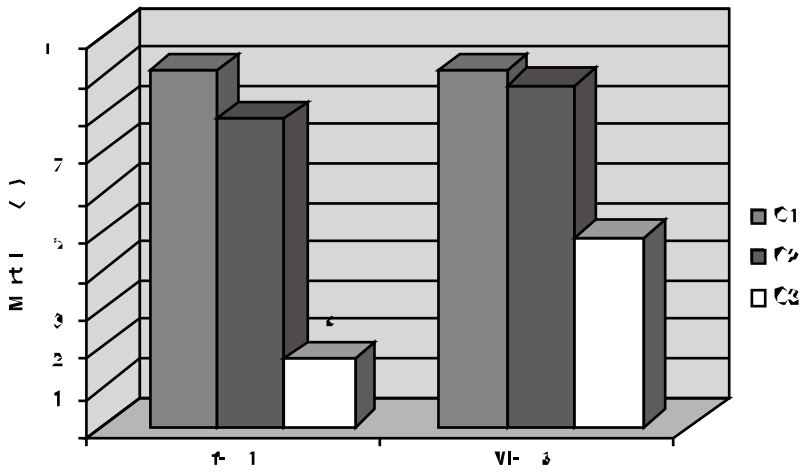


Figura 1. *Efecto de distintas concentraciones de aislamientos de* V. lecanii y P. fumosoroseus *sobre* T. vaporariorum

Eficacia en el control de *T. vaporariorum* en invernadero. En la Figura 2 se muestra la evolución de la población de moscas blancas durante todo el ciclo del cultivo. Al comienzo del ciclo se observa una población alta de moscas blancas, cercana a 50 insectos/foliolo. Esta situación comienza a modificarse después de la tercera aplicación, o sea, un mes después que se inician las mismas. A partir de ese momento, las poblaciones comienzan a disminuir hasta alcan-

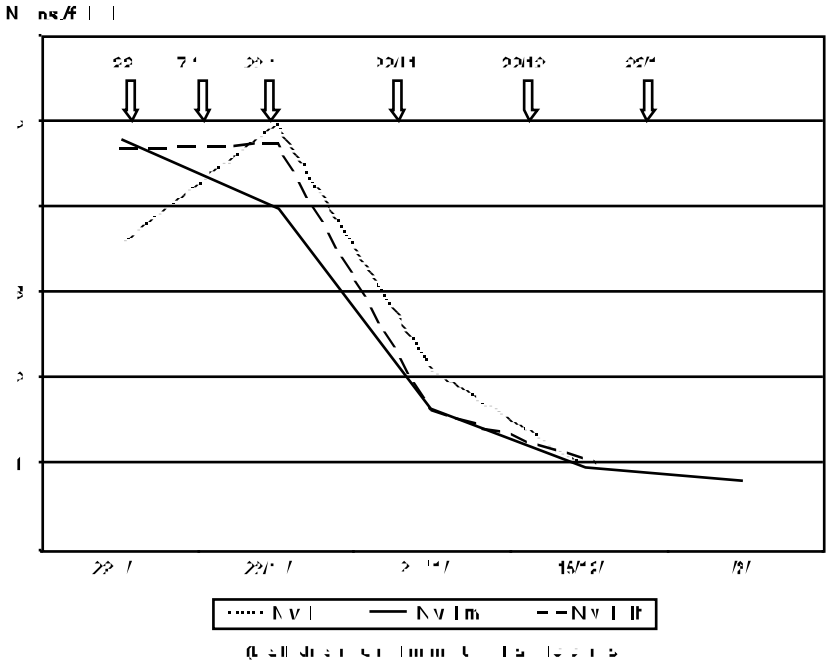


Figura 2. *Población de formas juveniles de* T. vaporariorum *en el área tratada*

zar niveles inferiores a los 10 insectos/foliolo, a pesar del advenimiento de las condiciones ideales para la reproducción del insecto. Este comportamiento fue muy distinto al observado en aquellos invernaderos donde el control se hizo en la forma convencional.

La observación periódica de los cadáveres del insecto luego de su permanencia en condiciones de cámara húmeda, permitió reconocer la sintomatología característica de la acción del hongo, su desarrollo micelial y sus estructuras reproductivas, lo que permite pensar que su acción fue la causante principal de la disminución de la población de la plaga.

Los resultados obtenidos en este ensayo corroboran la efectividad de *P. fumosoroseus* para el control de la mosca blanca en invernaderos, lo cual concuerda con lo indicado por Kasperovich y Solovei (1992), Kirk y col. (1993), Landa y col. (1994); Sosnowska y Piatkowski (1995), Bolckmans y col. (1995), Sterkl y col. (1996) y Veire y col. (1996), quienes obtuvieron buenos resultados con este hongo en condiciones de invernáculo.

CONCLUSIONES

En las condiciones de alta humedad relativa y temperaturas moderadas que predominan, en los invernáculos de producción orgánica de tomate, en el Uruguay, es posible encontrar una gran variedad de hongos entomopatógenos, con variabilidad específica e intraespecífica en relación a su patogenicidad sobre *T. vaporariorum*.

Los resultados de este trabajo indican que de los siete aislamientos nativos, el Vl-003 de *Verticillium lecanii* resalta por su alto grado de patogenicidad, seguidos por el Pf-001 de *Paecilomyces fumosoroseus* y el Bb-001 de *Beauveria bassiana*.

En condiciones de producción orgánica de tomate en invernaderos, el aislamiento Pf-001 de *P. fumosoroseus* produjo un control adecuado, manteniendo a la población de mosca blanca en niveles que no afectaron la producción, lo que nos sugiere que el control biológico de la misma a través del uso de hongos entomopatógenos, representa una alternativa muy valiosa para Uruguay.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA), a la Cooperación Alemana (GTZ), al Grupo de Productores Orgánicos Punto Verde y a la Asociación de Productores Orgánicos de Uruguay (APODU).

BIBLIOGRAFÍA

BERNAL R., J. BUENAHORA (1996). Variedades y sanidad de tomate bajo invernadero. *INIA, Salto Grande. Programa de Horticultura. Serie Actividades de Difusión*, 116: 23-28.

BOLCKMANS K., G. STERK, J. EYAL, B. SELS, W. STEPMAN (1995). PreFeRal, *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97, a new microbial insecticide for the biological control of whiteflies in greenhouses. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen*, Universiteit Gent, 60: 707-711.

GOETTEL M. S., D.L. JOHNSON (1992). Environmental impact and safety of fungal biocontrol agents. Biological control of locusts and grasshoppers: *Proceedings of a workshop held at the International Institute of Tropical Agriculture*, Cotonou, Republic of Benin, 29 April-May, 356-361.

GOETTEL M.S., G.D. INGLIS (1997). Fungi: Hyphomycetes. En: L.A. LACEY (Ed.) *Manual of Techniques in Insect Pathology*. Academic Press, New York. 213-249.

HELYER N., G. Gill, A. BYWATER, R. CHAMBERS (1992). Elevated humidities for control of chrysanthemum pests with *Verticillium lecanii. Pastic Sci Essex Elsevier Applied Science Publishers*, 36: 373-379.

JENKINS N.E., G. HEVIEFO, J. LANGEWALD, A.J. CHERRY, C.H. J. LOMER (1998). Development of mass production technology for aerial conidia for use as mycopesticides. *Biocontrol News and Information*, 19: 21N-31N.

KASPEROVICH E.V., B.F. SOLOVEI (1992). Factory manufactured *Verticillium* trial. *Zashchita Rastenii*, 9: 22.

KIRK A.A., L.A. LACEY, N. RODITAKIS, J.K. Brown (1993). The status of *Bemisia tabaci* (Hom: Aleyrodidae), *Trialeurodes vaporariorum* (Hom: Aleyrodidae) and their natural enemies in Crete. *Entomophaga*, 38: 405-410.

LACASA A., J. CONTRERAS (1995). Las plagas. En: F. NUEZ (Ed.). *El Cultivo del Tomate*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 385-467.

LANDA Z., L.S. OSBORNE., J. EYAL (1994). Standard in vivo bioassay to assess entomogenous fungi on whiteflies. *Jihoceska Universita, Zemedelska Faculta Ceska Budejovice Fytotechinicka Rada,* 11: 3-11.

LI G.X., Y.H. YAN, L.Y. WANG (1996). The biology of eleven *Verticillium lecanii* isolates cultured with monospores and the comparison and selection of their pathogenicity against *Trialeurodes vaporariorum. Journal of China Agricultural University*, 1: 83-88.

MEEKES E.T.M., J.J. FRANZEN, J.C. VAN LENTEREN (1994). The use of entomopathogenic fungi for the control of whiteflies. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen* Universiteit Gent (Belgium), 59: 371-377.

PINNA, M. (1992). Impiego di Verticillium lecanii (Zimm.) per il controllo biologico di Aphis gossypii (Glover) su cetriolo in coltura protetta. *Informatore Fitopatologico*, 4: 56-58.

ROBERTS, D.W. (1989). World picture of biological control of insects by fungi. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, Río de Janeiro, 84 Supl III: 89-100.

SOSNOWSKA D., J. PIATKOWSKI (1995). A new biological product for glasshouse whitefly control. *Ochrona Roslin*, 39: 7-9.

SOTO, A. (1997). *Requerimientos térmicos de Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae) y de Encarsia formosa (Himenoptera: Aphelinidae), y parasitismo de esta sobre la plaga*. Tesis para obtener el Título en Magister en Producción de Cultivos. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

STERK G. , K. BOLCKMANS, J. EYAL (1996). A new microbial insecticide, *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97, for the control of the greenhouse whitefly. *Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases*. Brighton UK, 2: 461-466.

STIRMANOVA, N.I. (1994). New commercial forms of fungal preparation. *Zashchita Rastenii*, 9: 7-8.

TANADA Y., H.K. KAYA (1993). *Insect Pathology.* Academic Press, New York. 318-387.

VEIRE M. VAN DE, D. DEGHEELE, J.C. VAN LENTEREN (1996). Toxicity of the fungal *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97 to the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*, and first results of a control experiment in glasshouse tomatoes. *Bulletin OILB-SROP*, 19: 191-194.

VIDAL C., L. A. LACEY, J. FARGUES (1997). Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina:Hyphomycetes) against *Bemisia argentifolii* (Homoptera:Aleyrodidae) with a description of a bioassay method. *Journal of Economic Entomology.*

Comportamiento de la variedad 'Boludo' y control de *Leveillula taurica* en condiciones de cultivo orgánico en Canarias

J.M. HERNÁNDEZ, T. ALCOVERRO, S. SABADELL

Las graves pérdidas económicas producidas por el virus de la cuchara (TYLCV) en el cultivo del tomate en Canarias han supuesto la sustitución de las variedades tradicionales por nuevas variedades tolerantes. Observaciones de campo indicaban que la variedad 'Boludo', de características interesantes, parecía muy susceptible a la «mancha amarilla» producida por *L. Taurica*, otra enfermedad muy común del tomate en Canarias.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de la variedad en condiciones de cultivo orgánico y de valorar la eficacia de algunos productos autorizados, se planteó un ensayo en el que se probaron bajo condiciones de invernadero de malla los siguientes: Azufre en polvo; Propóleo; mezcla de Sil-ka-ben, azufre en polvo y Bentonita; y control no tratado. El ensayo se dispuso según un diseño totalmente aleatorio de 4 tratamientos, 4 repeticiones por tratamiento y 3 plantas por tratamiento y repetición aplicándose los productos semanalmente. Las variables estudiadas fueron el número total de manchas por planta en observaciones mensuales y las variables de producción. Al final del cultivo se valoró el número de raíces; los pesos fresco y peso seco de las mismas, y la incidencia de lesiones de *Colletotrichum coccodes*, *Pyrenochaeta lycopersici* y de agallas de *Meloidogyne* spp.

En la ultima observación (mayo) se apreciaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, siendo los valores más bajos los del Propóleo. Para la producción total no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, sino diferencias en las producciones mensuales. El incremento del número de manchas coincide con temperatura medias de 27 C y HR del 70%. Estos resultados indican que sólo en condiciones extremadamente favorables para la enfermedad *L. taurica* podría producir mermas en la producción. No obstante, como medida preventiva se recomienda seguir usando los tratamientos. Las raíces presentaron una altísima incidencia de lesiones de *C. coccodes* y *Pyrenochaeta lycopersici*, independientemente del tratamiento, posiblemente en correspondencia con los síntomas de quemadura de las hojas y de médula hueca que aparecieron durante el cultivo. Estos resultados están de acuerdo lo citado para la variedad 'Boludo', a la que se atribuye una gran susceptibilidad radical y sugieren que su cultivo debe realizarse con portainjertos tolerantes.

Desarrollo de sistemas de muestreo para *Bemisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica de pimiento del sureste español

P. FERNÁNDEZ[1], M. MIGUEL[2], P. GUIRAO[3], M. ZAMORA[3], A. ALCÁZAR[2], M. ONCINA[2], A. LACASA[2]

[1] FECOAM – Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. C/ Caballero, 13, 30002 Murcia.
[2] Protección Vegetal, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, CAAMA, C/ Mayor s/n, 30150 La Alberca (Murcia).
[3] Producción Vegetal y Microbiología. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Universidad Miguel Hernández. Ctra. Beniel km. 3,2, 03312 Orihuela (Alicante)

RESUMEN

Los desajustes acontecidos por la explosión demográfica que *Bemisia tabaci* ha ocasionado en los invemaderos ecológicos de pimiento del sureste español, necesitan de la puesta a punto de sistemas de muestreo que permitan su aplicación en las estrategias globales del manejo de las plagas del cultivo. El conocimiento de la dinámica poblacional y de la distribución de la plaga en la planta, resultan imprescindibles para el establecimiento de sistemas de muestreo que permitan la toma de decisiones de una forma simple pero fiable.

Las poblaciones de mosca crecen conforme aumenta la temperatura, llegando a sus máximas densidades poblacionales entrado el mes de junio, con temperaturas óptimas para el desarrollo de 22 ºC.

Estudiada la distribución de la plaga en la planta, es el estrato superior el que presenta las densidades y variaciones poblacionales más importantes a lo largo del ciclo de cultivo. Los estadíos larvarios se ubican preferentemente en los estratos medio y bajo, siendo dicho comportamiento debido a factores propios del desarrollo del insecto y del hospedante.

De los sistemas de muestreo y tamaños muestrales estudiados, el muestreo secuencial enumerativo resulta de poca utilidad práctica, pues cuando la densidades poblacionales son medias-altas, el tiempo invertido en el conteo es muy elevado y la precisión disminuye considerablemente. El muestreo binomial o de presencia-ausencia, es el más adecuado por el ahorro de tiempo que supone en los muestreos y por presentar dicho modelo un elevado índice de correlación.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del pimiento bajo invemadero en las comarcas productoras del Campo de Cartagena (Murcia) y sur de la provincia de Alicante viene realizándose satisfactoriamente mediante un manejo biológico de plagas y enfermedades. Como consecuencia de la explosión demográfica

que *Bemisia tabaci* ha experimentado en las últimas campañas, se han producido desajustes en dichos sistemas de manejo, repercutiendo directamente en la viabilidad de los cultivos.

Resulta imprescindible el establecimiento de sistemas de muestreo para el conocimiento de la dinámica de poblaciones de esta mosca blanca y así aplicar con mayor eficacia estrategias globales de manejo.

Durante dos campañas (1999/00 y 2000/01) se han realizado muestreos periódicos en siete invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) conducidos bajo planteamientos de agricultura ecológica, abarcando un amplio abanico de densidades poblacionales de la plaga. Se ha determinado la dinámica poblacional en el cultivo, distribución de la plaga por estratos dentro de la planta, la agregación medida con los índices de Taylor y se han ajustado procedimientos para el muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los invernaderos estudiados son de tipo parral y estructura metálica, con cubierta de plástico tricapa de 800 galgas de PE-EVA-PE, situados en orientación Este-Oeste y con ventilación lateral, con mallas antitrips de 10 x 14 hilos y superficies comprendidas entre 400 m^2 y 1.000 m^2. En todos los casos la fecha de transplante se realizó en los primeros quince días del mes de enero.

En los invemaderos se realizaban muestreos semanales consistentes en el conteo, en 45 lugares del invernadero tomados al azar, de tres plantas consecutivas. En la primera de las tres se elegía una hoja de la parte superior, en la siguiente una hoja de la zona media y en la tercera una hoja de la zona inferior. Así se reducía el error ocasionado por el desplazamiento de los adultos a otras plantas al ser manipuladas.

Cada uno de los estratos en los que dividíamos las plantas no correspondía con una medida exacta de longitud sino que variaba en función de la altura de éstas. Por lo que en cada muestreo, indistintamente de la altura de las plantas, cada estrato se correspondía con un tercio aproximadamente de la altura total.

La forma de contar los adultos y las ninfas de cada hoja se realizaba girando cuidadosamente la misma, para que los adultos no alzaran el vuelo, contando primero las moscas adultas, y posteriormente se recogían las hojas para su traslado al laboratorio, en envases refrigerados y debidamente codificadas. Allí se procedía con la ayuda de una lupa binocular al conteo de las L4-pupas.

El conteo se realizaba a primera hora de la mañana para evitar que los adultos estuvieran activos y huidizos, evitando realizar muestreos después de determinadas labores culturales: recolección, entutorado.

RESULTADOS

a) Dinámica poblacional. Distribución dentro de la planta

De los siete invemaderos estudiados se muestran los resultados obtenidos en dos de ellos. El primer invernadero (Invernadero 1) estuvo cultivado con la variedad Vélez F1. Al inicio de los controles, primeros de mayo (Figura 1), la temperatura media estaba en torno a 22 ºC, aumentando durante toda la primavera y principios de verano, alcanzando a mediados de agosto valores cercanos a 27 ºC, temperaturas adecuadas para el desarrollo de *B. tabaci*.

La evolución de los adultos de mosca en este invemadero (Figura 1) muestra tres fases claramente diferenciadas. La primera, donde no se detecta su presencia, abarca desde el comienzo de los controles hasta mediados el mes de mayo. A partir de aquí, se aprecia un crecimiento lineal de manera ralentizada hasta la llegada de la segunda quincena de junio, donde se produce un crecimiento exponencial de la plaga. Las variaciones cuantitativas observadas en el número de adultos en las últimas fases del ensayo son consecuencia de la realización de dos tratamientos con jabón potásico que fueron realizados para reducir la elevada densidad poblacional de mosca.

La evolución de los estadios larvarios (Figura 1) indica claramente que no se produce la fase de crecimiento exponencial descrita anteriormente, sino que existe un crecimiento sostenido hasta las 10 larvas/hoja.

En la distribución por estratos (Figura 2), los adultos ocupan preferentemente el superior, siendo en éste donde se producen idénticas fases de variación. El número de individuos en el resto de estratos es mucho menor y con variaciones menos importantes, alcanzando máximos poblacionales en torno a los 20 adultos /hoja (Figura 2).

Para el caso de las larvas es en el estrato medio, en una primera fase, y en el bajo en la última, donde se localizan la mayor cantidad de individuos (Figura 3). Este comportamiento de ubicación preferencial en el estrato medio y bajo se debe al efecto conjunto de los hábitos de puesta de las hembras, a la escasa movilidad de los estadíos larvarios y al crecimiento del hospedante.

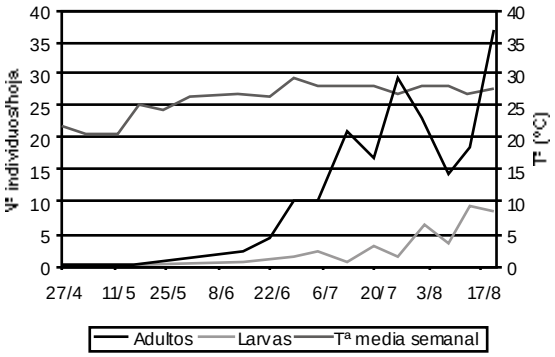


Figura 1. *Dinámica poblacional de Bemisia tabaci y temperatura media semanal. Invernadero 1*

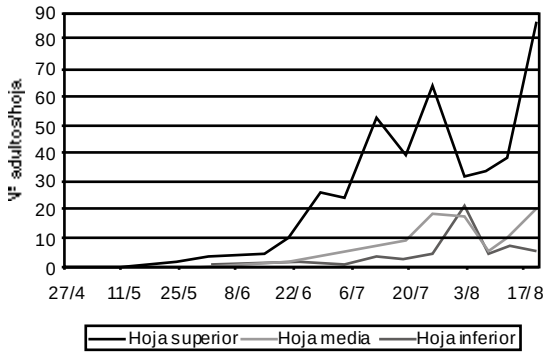


Figura 2. *Dinámica poblacional de adultos de Bemisia tabaci para cada estrato de la planta. Invemadero 1*

En el otro invemadero (invemadero 2), se cultivó la variedad Ribera. La temperatura (Figura 4) siguió idénticas pautas a las acontecidas en el invemadero 1. Sin embargo, la densidad poblacional de mosca fue baja, ya que el máximo apenas superó los 3 adultos/hoja y 0,6 larvas /hoja.

El número de adultos a lo largo de la campaña experimentó pequeños incrementos (Figura 4), no presentándose la fase de crecimiento exponencial. Los niveles de larvas alcanzados fueron muy bajos, no superando en ningún caso los 0,6 L4-pupas/hoja.

La distribución por estratos para el caso de los adultos (Figura 5), sigue la misma pauta de comportamiento que en el invernadero 1; donde el superior presenta el mayor número de individuos por hoja, alcanzando el máximo al final de los muestreos con un valor de 6 adultos/hoja.

Para las larvas (Figura 6) también sucede lo mismo que en el invemadero 1, las mayores densidades se presentan en los estratos medios e inferior. Con todo ello, los niveles de abundancia de la plaga son muy bajos, menores a 1,1 L4-pupas/hoja.

b) Agregación de las poblaciones. Indices de Taylor

Los índices de Taylor (TAYLOR, 1961) obtenidos se muestran en la Tabla I. Puesto que ambos índices son superiores a la unidad la distribución es agregativa.

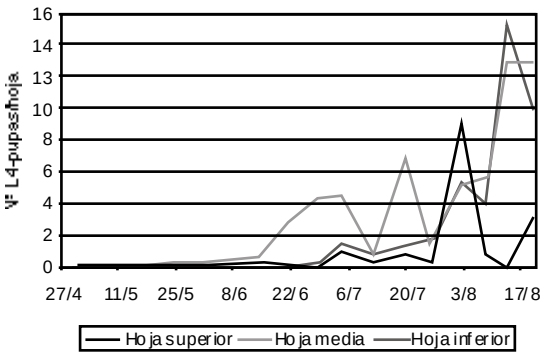


Figura 3. *Dinámica poblacional de larvas de Bemisia tabaci para cada estrato de la planta. Invernadero 1*

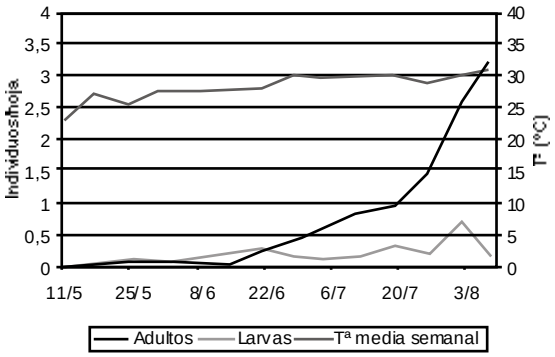


Figura 4. *Dinámica poblacional de Bemisia tabaci y temperatura media semanal. Invernadero 2*

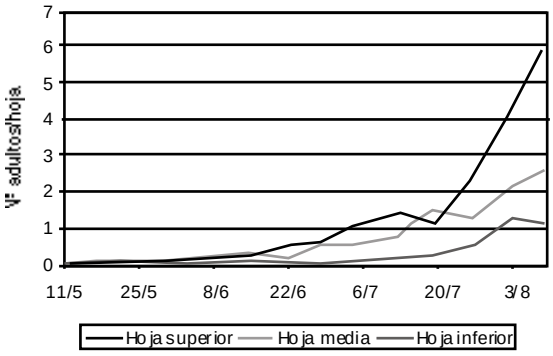


Figura 5. *Dinámica poblacional de adultos de Bemisia tabaci para cada estrato de la planta. Invernadero 2*

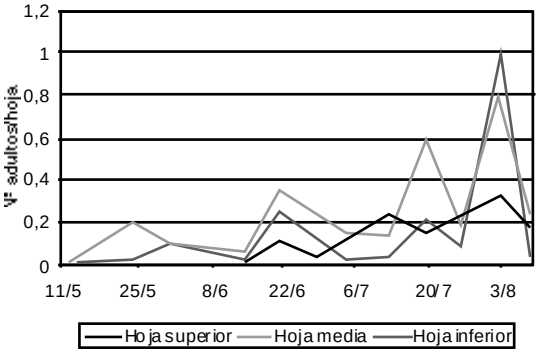


Figura 6. *Dinámica poblacional de larvas de Bemisia tabaci para cada estrato de la planta. Invernadero 2*

Tabla I. Indices de Taylor de adultos y L_4–Pupas de *B. tabaci*: valores e intervalos de confianza al 95% de los índices, coeficiente de determinación de la regresión (R^2), y número de datos utilizados (n)

	Adultos	L_4–Pupas
a	4,60 [4,00; 5,29]	9,45 [8,23;10,85]
b	1,75 [1,67; 1,83]	1,54 [1,45;1,62]
R^2	0,966	0,948
n	69	73

c) Sistemas de muestreo y tamaños muestrales

1) Muestreo Secuencial Enumerativo

El muestreo enumerativo consiste en contar el número de individuos presentes en cada unidad muestral, en este caso la hoja. El número de hojas a contar para evaluar la densidad poblacional con un coeficiente de variación constante se ha calculado empleando la expresión de Gre-

en (1970), empleando los índices de Taylor anteriores. Se ha representado el valor del número de hojas a muestrear (n) en función de la media poblacional para coeficientes de variación de 0,15; 0,25 y 0,5.

En el caso de los adultos, la media muestral del 95 % de los muestreos realizados estuvo comprendida entre 0 y 25 adultos/hoja. Para un coeficiente de variación de 0,25; que es el normalmente utilizado en el estudio de agronomía, se precisan 34 hojas cuando la media de 25 adultos/hoja, 50 hojas cuando la media es de 5 adultos/hoja y de 74 hojas cuando la densidad es de 1 individuo/hoja (Figura 7).

Para el caso de las larvas la media muestral del 95 % de los muestreos realizados estuvo comprendida entre 0 y 10 larvas/hoja. Para un coeficiente de variación de 0,25 se precisan 53 hojas cuando la media es de 10 larvas/hoja, 110 hojas cuando es de 2 larvas/hoja y de 200 hojas cuando la densidad media es de 0,5 individuo/hoja (Figura 8).

Una forma sencilla para determinar en campo, de forma rápida, la media y el número de hojas a muestrear, es el empleo de ábacos como el de la Figura 9, en el caso de los adultos, y la figura 10, en el de las larvas. Con estos ábacos, a partir del total de hojas contabilizadas y del total de individuos encontrados en éstas se determina de forma inmediata la media muestral aproximada y se indica si es necesario seguir tomando más muestras para alcanzar la precisión citada.

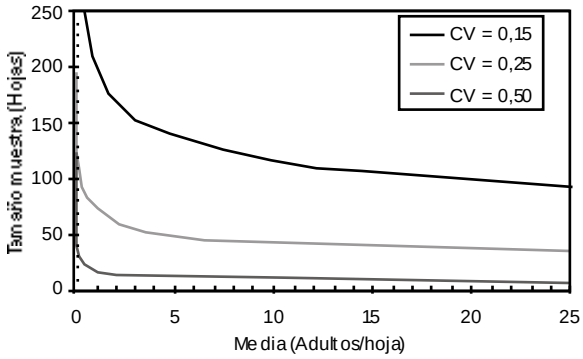


Figura 7. *Relación entre la media (adultos/hoja) y el tamaño de muestra para distintos valores del coeficiente de variación*

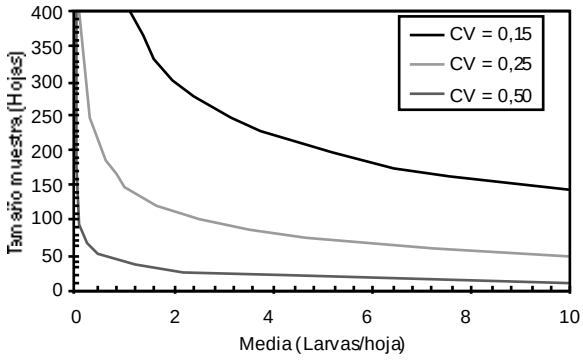


Figura 8. *Relación entre la media (larvas/hoja) y el tamaño de muestra para distintos valores del coeficiente de variación*

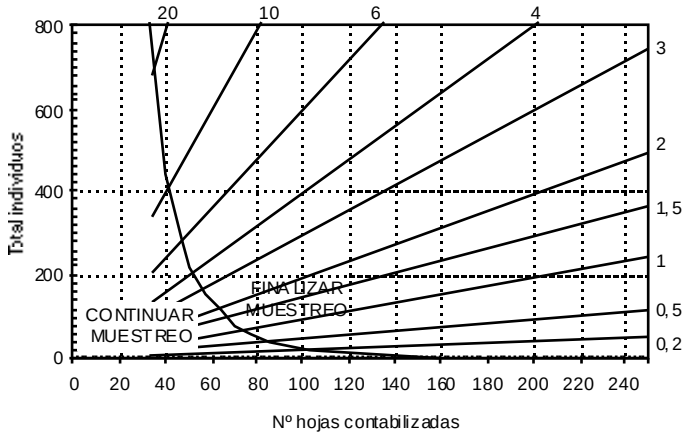


Figura 9. *Curva para la determinación del tamaño de muestra en un muestreo secuencial enumerativo de adultos de B. tabaci, con un coeficiente de variación medio de 0,25. El haz de rectas delimita las medias muestrales*

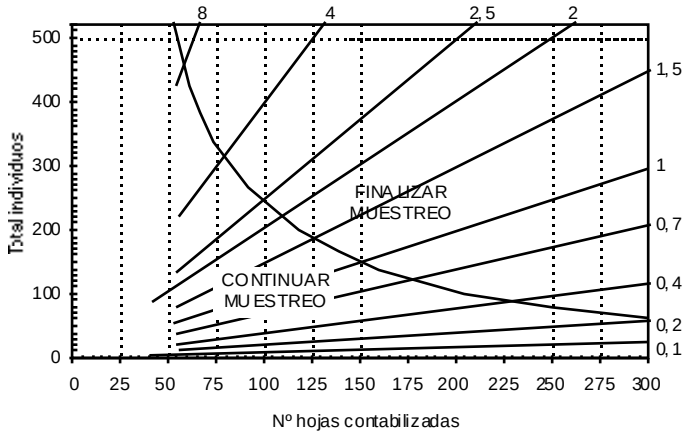


Figura 10. *Curva para la determinación del tamaño de muestra en un muestreo secuencial enumerativo de larvas de B. tabaci, con un coeficiente de variación medio de 0,25. El haz de rectas delimita las medias muestrales*

2) Muestreo Binomial o de presencia-ausencia

El muestreo binomial o de presencia-ausencia,resulta de gran interés en los programas de manejo biológico de plagas por su simplificación, ya que se basa en contar la proporción de unidades muestrales no ocupadas, y relacionarlo con la densidad poblacional. Esta relación se puede establecer mediante varias expresiones matemáticas, las más comunes son la distribución binomial negativa (BN) (WILSON y ROOM, 1983) y la expresión empírica propuesta por Nachman (1984). En las Figuras 11 y 12 se representa esta relación en el caso de los adultos y larvas, respectivamente.

Para los adultos, los ajustes obtenidos con ambos modelos son semejantes y altos en ambos casos (r^2= 0,91 en el modelo BN y 0,89 en el modelo empírico). Ambas estimaciones resultan adecuadas con diferentes densidades poblacionales, sobre todo para niveles inferiores a 5 indi-

viduos/hoja, donde ambos modelos no difieren el uno del otro. Es a partir de dicho valor cuando la distribución BN y empírica divergen más (Figura 11). Para densidades elevadas (mayores de 10 adultos/hoja) los modelos no resultan adecuados para la estimación del nivel poblacional (Figura 11). Una posible solución consiste en considerar ocupada la hoja cuando contenga no sólo un insecto, sino, 2, 3 o más; es decir, considerar un valor de corte variable, siendo T el nivel poblacional por encima del cual se considera a una hoja ocupada. Parece ser que optar por un nivel de corte adecuado permite estimar poblaciones más altas, proporcionando mayor robustez al muestreo binomial (BINNS, 1990).

Para el caso de las larvas (Figura 12) los ajustes obtenidos son r^2= 0,86 para el modelo binomial negativo y de r^2= 0,81 para el empírico. En este caso los coeficientes de determinación son más bajos que para el caso de los adultos. Y parecen ser adecuado para densidades inferiores a 4 larvas/hoja.

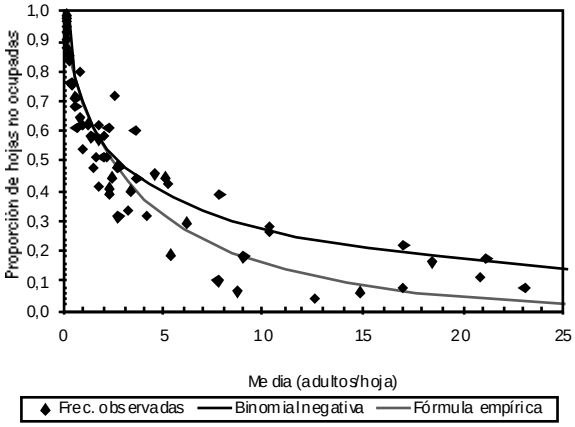


Figura 11. *Proporción de hojas no ocupadas de adultos de Bemisia tabaci en relación a la media, según la distribución BN y la expresión empírica de Nachman*

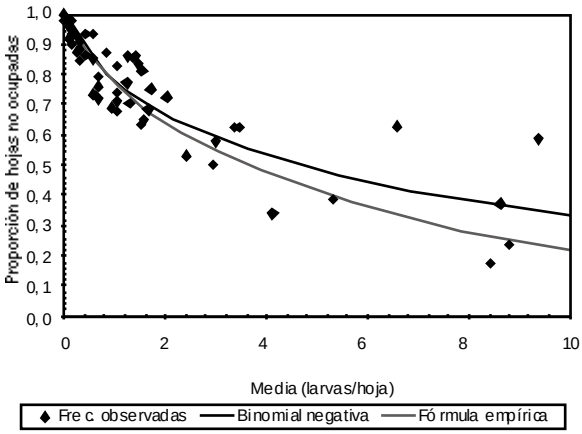


Figura 12. *Proporción de hojas no ocupadas de larvas de Bemisia tabaci en relación a la media, según la distribución BN y la expresión empírica de Nachman*

BIBLIOGRAFÍA

BINNS, M.R. (1990). Robustness in binomial sampling for decision-making in pest incidence. En N.J. Bostanian; L.T. Wilson y T.J. Dennehy (Eds.). Monitoring and integrated management of arthropod pests of small fruits crops. Intercept Ltd., pp. 63-79.

GREEN, R.H. (1970). On fixed precision level sequential sampling. Researches on Population Ecology, 12: 249-251.

NACHMAN, G. (1984). Estimates of mean population density and spatial distribution of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) based upon the proportion of empty samplings. Joumal of Applied Ecology, 21: 903-913.

TAYLOR, L.R. (1961). Aggregation, variance and the mean. Nature, 189: 732-735.

WILSON, L.T.; ROOM, P.M. (1983). Clumping pattems of fruit and arthropods in cotton, with implications for binomial sampling. Environmental Entomology, 12: 50-54.

Empleo de enemigos naturales para la regulación de las poblaciones de *Benisia tabaci* en invernaderos de producción ecológica del sureste español

P. FERNÁNDEZ[1], M. MIGUEL[2], A. ALCÁZAR[2], M. ONCINA[2], A. LACASA[2]

[1] FECOAM – Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. C/ Caballero, 13, 30.002 Murcia.
[2] Protección Vegetal, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, CAAMA, C/ Mayor s/n, 30.150 La Alberca (Murcia).

RESUMEN

Ante la problemática acontecida por la explosión demográfica de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en los cultivos de pimiento ecológico en invernaderos del sureste peninsular, se optó por el estudio comparativo de diferentes auxiliares que pudieran regular las poblaciones de la plaga.

Se emplearon tres especies de parasitoides: *Eretmocerus eremicus* (Howard), *Eretmocerus mundus* (Mercet) y *Encarsia formosa* (Gahan), siendo el primero de ellos el que se viene utilizando en invernaderos ecológicos para la regulación de las poblaciones de *B. tabaci*.

E. mundus ha mostrado una buena adaptación al medio y unos valores aceptables de parasitismo, debido a su excelente integración en el agrosistema, por ser un parasitoide autóctono del sureste español. *E. eremicus* y *E. formosa* no ejercieron una regulación de la mosca, siendo su presencia, cuando la ha habido, meramente testimonial.

Las sueltas tempranas de *E. mundus* resultan determinantes para el posterior mantenimiento de la plaga por debajo de los umbrales de daños, ya que las primeras dos generaciones de mosca influyen en la posterior explosión demográfica de la plaga durante los primeros meses del cultivo.

INTRODUCCIÓN

En las últimas campañas, la mosca blanca *Bemisia tabaci* ha experimentado una explosión demográfica muy significativa, aumentado los daños que ocasiona sobre frutos y plantas, influyendo en el contexto del manejo de las plagas en los cultivos de pimiento ecológico en invernaderos del sureste español.

Eretmocerus eremicus (Howard) es el parasitoide utilizado hasta la fecha para la regulación natural de las poblaciones de mosca, sin haber mostrado resultados demasiado satisfactorios.

La búsqueda de auxiliares alternativos que pudieran integrarse en nuestros agrosistemas ha sido el objeto del presente estudio, encaminado a valorar la posible incidencia que pudieran pre-

sentar en la regulación natural de las poblaciones de *B. tabaci*. Para ello se han liberado en diversos invemaderos ecológicos de pimiento representativos de la comarca productora, *Encarsia formosa* (Gahan) y *Eretmocerus mundus* (Mercet).

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Características de los invernaderos

Los invemaderos se encuentran ubicados en la finca experimental Torreblanca, que el CIDA de Murcia posee en el Campo de Cartagena. Todos ellos de tipo parral, con estructura de tubos de acero galvanizado, cubierta de PE de 800 GG y aperturas laterales de ventilación con mallas antitrips de 14x10 hilos/cm. El sistema de riego fue con goteadores de 2 litros/hora, espaciados 40 cm entre plantas.

El invernadero 1, con una superficie de 400 m^2, se plantó la variedad Vélez; en el invemadero 2 (700 m^2) Ribera y en el invernadero 3 (1.000 m^2) Orlando.

La temperatura y la humedad relativa se midieron instalando un datalogger, a 1,5 m de altura sobre el suelo en cada uno de los invernaderos.

b) Planteamiento del ensayo

El ensayo se planteó con el objetivo de medir el comportamiento de tres especies de himenópteros (*Eretmocerus mundus*, *Eretmocerus eremicus* y *Encarsia formosa*) en el control natural de las poblaciones de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en cultivos de pimiento ecológico en invernadero.

c) Controles y muestreos. Medida del parasitismo

Semanalmente se cogían muestras de 10 hojas al azar de cada estrato de la planta elegidas con la única restricción de que contuvieran al menos una pupa. El realizarlo de esta forma y no eligiendo hojas con un número elevado de pupas, era para estudiar la capacidad de búsqueda de los parasitoides empleados, con diferentes densidades de huéspedes. Estas hojas se llevaban al laboratorio en envases refrigerados para su posterior observación en lupa binocular.

Las muestras eran introducidas en cámara climática a 25ºC±1ºC y un fotoperiodo de 16:8. Con una frecuencia de 2 días, se procedía a la recogida de los adultos emergidos. La identificación de los especímenes se realizó montándolos en preparaciones microscópicas de forma individualizada.

El parasitismo se estimaba contado el número total de pupas y el total de ellas parasitadas. En cambio la proporción de especies se estimaba a partir de los adultos recogidos y posteriormente clasificados.

Esta metodología no trata de medir el parasitismo en un momento *t* de forma absoluta, sino que mide la evolución del parasitismo a lo largo del tiempo, en términos relativos de abundancia, que es en definitiva una medida del comportamiento de diferentes parasitoides a lo largo de la campaña de cultivo en el control de *B. tabaci*.

RESULTADOS

Los resultados quedan agrupados en dos tipos de figuras; en el primer grupo de ellas se representa el número total de L_4-pupas de *B. tabaci*, el total parasitadas y la evolución del porcentaje de parasitismo. En el segundo grupo, se representa la proporción de especies en cada una de las fechas de muestreo.

Resulta habitual expresar el parasitismo en forma proporcional o relativa, al tratarse de un indicador del control ejercido sobre la plaga, siendo ésta la principal consideración de los enemigos naturales en agricultura. Desde el punto de vista epidemiológico, las cifras absolutas consideramos resultan más indicadoras de las poblaciones de auxiliares, que en un momento determinado existen en una unidad de superficie. Esto tiene gran importancia en la planificación de estrategias de regulación de otras plagas que afectan al cultivo.

Los valores de parasitismo encontrados en este trabajo son similares a los obtenidos por Rodríguez y col. (1994) y González y col. (1996). Ambos señalan porcentajes máximos en torno a 85% para *Eretmocerus mundus*.

En el invernadero donde se presentaron los valores de parasitismo más elevados fue en el 1. El parasitoide empleado fue *E. eremicus*, pero sin embargo la especie mayoritariamente recuperada de las pupas parasitadas fue *E. mundus*, introducida de forma espontánea. Se consiguieron valores próximos al 85% de parasitismo, a pesar de lo cual no se produjo una regulación adecuada sobre *B. tabaci* (Figuras 1 y 4). Al inicio de la segunda quincena de junio, se produce la explosión demográfica de la plaga, encontrándose hasta dicha fecha el porcentaje relativo de parasitismo en torno al 40%. La proporción de pupas parasitadas crece conforme aumenta el número total de pupas de *B. tabaci*, con ritmo ralentizado, pudiendo ser éste el motivo de la falta de regulación encontrada en este invernadero (Figuras 1 y 4).

En el invernadero 2 los niveles de mosca blanca alcanzados durante toda la campaña fueron bajos. Una posible justificación sería el buen papel que ejerció *E. mundus* en las primeras fases de desarrollo, que son las más importantes en la futura explosión demográfica de la plaga (Figuras 2 y 5). El comportamiento epidemiológico de este invemadero fue diferente al resto siendo los niveles de plaga muy bajos, no llegando a alcanzar, en ningún caso, las 5 pupas/hoja de *B. tabaci*. A pesar de los bajos niveles relativos de parasitismo encontrados (máximo del 10%), la viabilidad del cultivo no se vió comprometida gracias a una adecuada proporción de pupas parasitadas en términos absolutos (Figuras 2 y 5).

En el invernadero 3 la utilización combinada de *Eretmocerus eremicus*, *E. mundus* y *Encarsia formosa* no ofreció un resultado satisfactorio. Los porcentajes de parasitismo inferiores a 20% resultaron ser insuficientes para mantener a *B. tabaci* por debajo de niveles admisibles. El parasitismo fue realizado mayoritariamente por *E. mundus*, mientras que no se contó ni una sola pupa parasitada por *E. formosa*, (Figuras 3 y 6), poniendo de manifiesto lo expuesto por González y col. (1996) en pimiento bajo invernadero en Almería. La dinámica poblacional de estadios larvarios de la mosca fue similar a lo acontecido en el invernadero 1, difiriendo en que el complejo de parasitoides utilizados no llegó a disminuir las poblaciones de la plaga en ninguno de los muestreos realizados hasta la finalización del cultivo (Figuras 3 y 6).

Con los resultados obtenidos parece quedar manifiesta la poca eficacia que han tenido las sueltas tardías de parasitoides (junio) cuando las poblaciones de mosca blanca son muy elevadas, no contribuyendo al mantenimiento de *B. tabaci* por debajo de niveles de plaga.

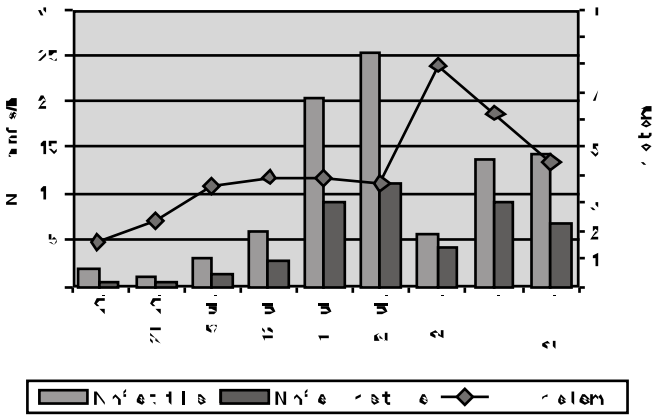


Figura 1. *Número de ninfas totales, parasitadas y porcentaje de parasitismo. Invernadero 1*

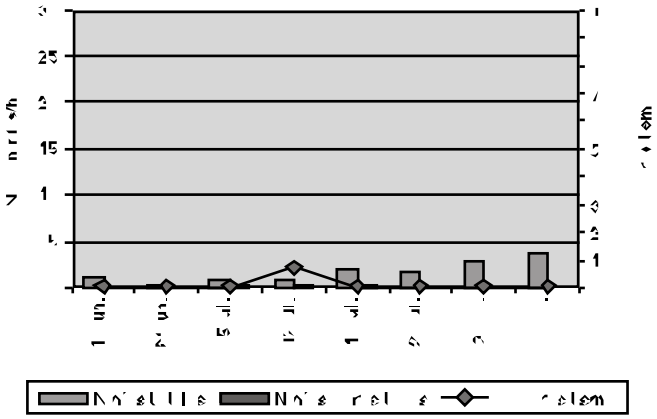


Figura 2. *Número de ninfas totales, parasitadas y porcentaje de parasitismo. Invernadero 2*

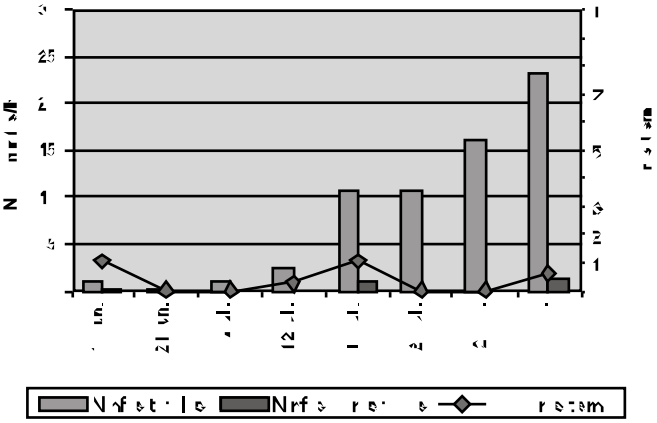


Figura 3. *Número de ninfas totales, parasitadas y porcentaje de parasitismo. Invernadero 3*

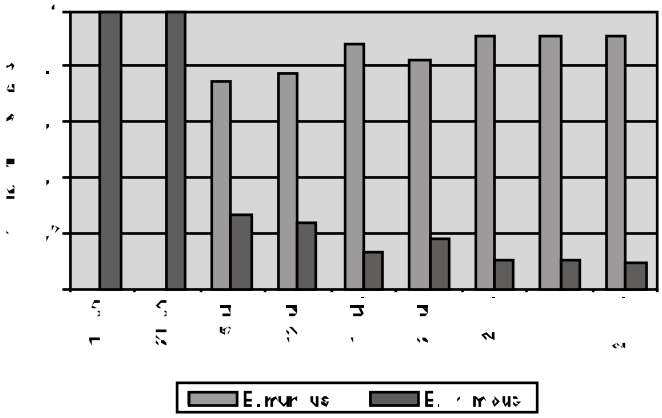


Figura 4. *Proporción de especies de parásitos (adultos) recuperados. Invernadero 1*

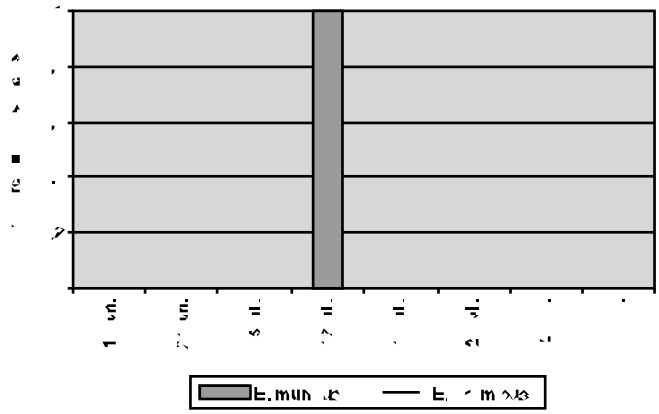


Figura 5. *Proporción de especies de parásitos (adultos) recuperados. Invernadero 2*

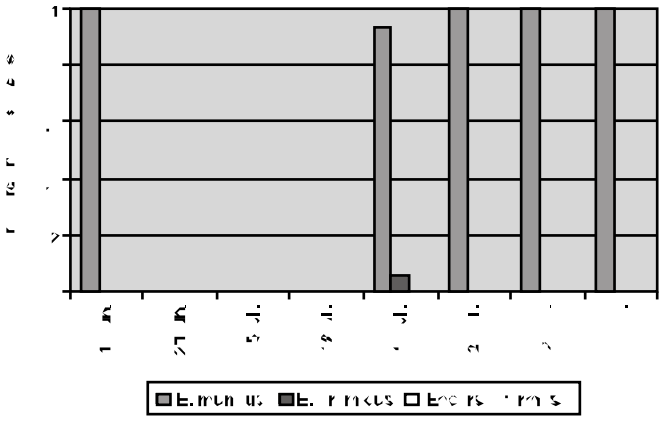


Figura 6. *Proporción de especies de parásitos (adultos) recuperados. Invernadero 3*

Tabla I. Calendario y dosis de suelta de los diferentes parasitoides

Invernadero	Parasitoide	Dosis de suelta	Fecha (inicio)
1	*Eretmocerus eremicus*	2 individuos/m^2 4 semanas consecutivas	1 marzo 2001
1	*Eretmocerus eremicus*	2 individuos/m^2 3 semanas consecutivas	13 junio 2001
2	*Eretmocerus mundus*	2 individuos/m^2 4 semanas consecutivas	8 marzo 2001
2	*Eretmocerus mundus*	2 individuos/m^2 3 semanas consecutivas	13 junio 2001
3	*Eretmocerus mundus* (25%) *Encarsia formosa* (50%) *Eretmocerus eremicus* (25%)	2 individuos/m^2 4 semanas consecutivas	8 marzo 2001
3	*Eretmocerus mundus* (25%) *Encarsia formosa* (50%) *Eretmocerus eremicus* (25%)	2 individuos/m^2 3 semanas consecutivas	13 junio 2001

BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ, J.E.; MORENO, R.; RODRÍGUEZ, Mª D.; RODRÍGUEZ, M.P.; MIRASOL, E.; LASTRES, J.; MANZANARES, C. (1996). Evolución del parasitismo en *Bemisia tabaci* (Genn.) y *Trialeurodes vaporariorum* (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) en invernaderos de Almería. Bol. San. Veg. Plagas, 22: 373-389.

RODRÍGUEZ, M.ª D.; MORENO, R; TÉLLEZ, M.ª M.; RODRÍGEZ, M.ª P.; FERNÁNDEZ, R. (1994). *Eretmocerus mundus* (Mercet), *Encarsia lutea* (Masi) y *Encarsia transvena* (Timberlake) (Hym., Aphelinidae) parasitoides de *Bemisia tabaci* (Homptera, Aleyrodidae) en los cultivos hotícolas protegidos almerienses. *Bol. San. Veg. Plagas*, 20: 695-672.

Incidencia de la araña amarilla común *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) en el sistema de transición del cultivo de la fresa[1]

SONIA REGINA DE MELLO PEREIRA

Facultade de Agronomía da Universidade Federal do Rio Grande de Sul, Porto Alegre RS

RESUMEN

Actualmente, la araña amarilla común *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) es considerada la principal plaga de la fresa. El uso indiscriminado de productos químicos para su control promueve su resurgencia y resistencia a los acaricidas, además de aumentar los costos de producción y los problemas de contaminación. Con el objetivo de revertir la imagen negativa que se tiene de la fresa como una fruta contaminada y peligrosa para el consumo humano y contribuir a la eliminación progresiva del uso de productos tóxicos, se estudió por dos años la incidencia de este artrópodo en dos cultivares de fresas bajo dos sistemas de manejo: el convencional y el en transición para el ecológico. A través de la utilización de tecnologías menos agresivas tanto con el medio ambiente como con las personas que trabajan en el manejo de éste, pretendiendo un producto de cualidad biológica. Se observó que la incidencia de la araña en el sistema en transición es más tardía; en el cultivar Vila Nova, debido a sus características morfológicas, en donde presentó mayor incidencia del artrópodo; para el segundo año hubo un menor numero de individuos que incidieran en las plantas. Importantes especies de ácaros depredadores fueron registrados sólo en el sistema en transición, en donde la aplicación del suero de leche no llegó a eliminar la población de los ácaros en el manejo en transición como ocurrió con el acaricida utilizado en el sistema convencional.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura tradicional es posible observar que los sistemas desarrollados por los agricultores incorporan mecanismos de adaptación de los cultivos a las variables ambientales naturales y de protección a la depredación y competencia, utilizando insumos renovables locales. Tales sistemas objetivan, con la disminución de los riesgos, la manutención de la base productiva de la agricultura a través del tiempo, cuyo conocimiento agronómico endógeno es de fundamental importancia para su continuidad (HECHT, 1999).

Sin embargo, hechos históricos contribuyeron para que ese conocimiento tradicional fuera «olvidado», como la destrucción de la codificación y transmisión de las practicas agrícolas; la

transformación de sociedades indígenas por la esclavitud y colonialismo; y el surgimiento de la ciencia positivista (HECHT, 1999). Se suma a lo anterior, las consecuencias derivadas de los descubrimientos científicos y tecnológicos desarrollados en la posguerra.

Como decurso, tenemos hoy el modelo de agricultura basado en la aplicación de tecnologías de alto costo energético, que fue considerado un programa exitoso para resolver el problema de hambruna y de la pobreza en el mundo. Pero, pasados más de 40 años de aplicación de estas tecnologías, se constata que la agricultura basada en el monocultivo ha generado una crisis social y ambiental, que lejos de resolver estos problemas lo ha agravado aún más, ampliando con ello las desigualdades en el campo comprometiendo la seguridad alimentaria y la biodiversidad (GOMERO, 2001).

La dependencia de los agricultores hacia los insumos agrícolas generada por las casas comerciales que controlan el mercado de estos productos constituye un negocio que mueve cerca de 26 billones de dólares, de los cuales el 80% corresponden a tan sólo 7 compañías. Esto refleja el verdadero riesgo que significa para la seguridad tecnológica y alimentaria, y para la diversificación productiva (DINHAM apud GOMERO, 2001).

Por otra parte, el paquete tecnológico desarrollado por la agricultura convencional, ha generado la contaminación agroquímica de la población provocando 220.000 muertes y 3 millones de intoxicaciones en todo el mundo (OMS apud GOMERO, 2001). Sin considerar los cambios que ha provocado en la resistencia de algunos insectos registrándose un aumento, en los últimos cincuenta años, de 25 sobre las 500 especies resistentes a productos químicos (VALVERDE apud GOMERO, 2001).

En la actualidad, el principal artrópodo considerado plaga en la fresa, el ácaro *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) (OATMAN, 1971; FLECHTMANN, 1985; SANTOS, 1993; RONQUE, 1999), es controlado prácticamente con sustancias químicas (BRANZANTI, 1989). La resurgencia del ácaro, debido a la resistencia generada por éste al agroquímico, es la causa del controle insatisfactorio (SUPLICY FILHO y col., 1979; SATO y col., 1993, 1994; FADINI y ALVARENGA, 1999; RONQUE, 1998, 1999). Sin embargo, por las cosechas casi diarias, es necesario un producto con corto período de carencia y de baja toxicidad (FADINI y ALVARENGA, 1999).

El proceso de transición es la restitución al agroecosistema de elementos que lo haga más estable y más sustentable, lo que significa implementar los tres principios básicos de la Agroecologia: diversificación biológica, reciclaje de nutrientes y control biológico natural (CASADO *y* col., 2000). Este estudio se concentra en el último principio, priorizando el uso de técnicas menos agresivas al ambiente y a las persona involucradas, pretendiendo un producto de cualidad biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los años de 1999 y 2000, en el Centro Agrícola Demostrativo (CAD), perteneciente a la Alcaldía de Porto Alegre, en Rio Grande do Sul, Brasil.

Las cultivares seleccionadas fueron Dover, con aptitud para consumo *in natura* (GROPPO *y* col., 1997), y Vila Nova de doble finalidad (EMBRAPA, 1988).

A través del análisis del suelo se realizó la corrección del área, de acuerdo con las recomendaciones señaladas por Comissão (1995) para el cultivo de la fresa, incorporándose los abonos

junto a la construcción de los canteros, con el uso de microtractor y desbrozadera y de azada manual. Se distribuyó el sistema de irrigación con manguera de goteo, para las 3 líneas de cultivo por cada cantero. Después, se colocó la película plástica negra «mulching», y el túnel bajo con el plástico transparente de 150m. Las mudas fueron trasplantadas de 30 x 30 cm, después de aseadas, dejando 7 cm de raíz y 2 a 3 hojas.

El sistema ecológico en transición fue adoptado a partir de la adaptación realizada por el manejo de un productor ecologista con más de 30 años de experiencia en el cultivo de la fresa. Los abonos utilizados fueron el estiércol curtido de ganado y el compuesto elaborado por Ecocitrus[2]. Se utilizó el biofertilizante, el suero de leche (a 20%) para el control de ácaros y para el control de la asociación pulgón-hormiga el extracto de humo. En el limite de los canteros y en los canteros bordaduras se manejó la flora arvense. Al final de la temporada 1999 el abono verde utilizado fue Milheto (*Pennicetum glaucum*) y lab lab (*Dolichos lablab*) como práctica de rotación de cultivos.

Para el sistema convencional se siguieron las recomendaciones de la literatura (REBELO y BALARDIN, 1997), en lo relativo a la aplicación de estiércol curtido de aves y urea, abono foliar con calcio y boro, fertirrigación con la formula 15-5-30, Vertimec 18 CE para control del ácaro, Malathion 500 CE para la asociación pulgón-hormiga, Benlate como prevención para las molestias. Las hierbas adventicias alrededor de los canteros fueron eliminadas por desbrozo manual. Al final del 1999, se plantó pepino rastrero arriba del «mulching».

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con 4 tratamientos con 2 sistemas de cultivo, 2 cultivares y 4 repeticiones. Las medidas del diseño ostentaba bloques de 10 m de longitud por 3 m de ancho, separados por corredores de 0,5 m y canteros bordaduras de 1 m de ancho. Cada parcela tenía 30 plantas en 3 hileras con 10 plantas cada una. Así, cada cantero con 4 parcelas poseía 120 plantas.

Para evaluar la incidencia de los ácaros se colectaron 2 foliolos centrales (de la región mediana de la planta) de 5 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela, con un total de 10 foliolos por parcela y 40 por tratamiento. Los foliolos fueron observados bajo lupa (aumento de 40 X), contabilizando las formas móviles y huevos de ácaros. Se midió el área foliar de las hojas de las muestras. Otras especies de ácaros también fueron colectadas y enviadas para identificación. El control del ácaro fue realizado en ambos sistemas de cultivo cuando en la muestra fue detectada la incidencia de individuos adultos en más de 5% de las plantas por cantero (LORENZATO, 1999, comunicación personal).

La recolección de los frutos se realizó dos veces por semana, en intervalos de 3 a 4 días, de frutos con más de la mitad de su superficie rojizo, los que posteriormente fueron pesados en balanza de precisión y contados.

Todos los resultados fueron sometidos a análisis de variancia en bloques al azar con factorial, a través del test de aleatorización (PILLAR y ORLÓCI, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La presencia significativamente mayor de individuos móviles por área foliar en el sistema en transición en 1999 (Figura 1), es confirmada por Gliessman y col. (1990, 1996). Pero en 2000, no ocurre tal diferencia y los valores fueron inferiores a 1999, indicando que el agroecosistema esta iniciando un proceso de recuperación del equilibrio con respeto a la relación entre insectos

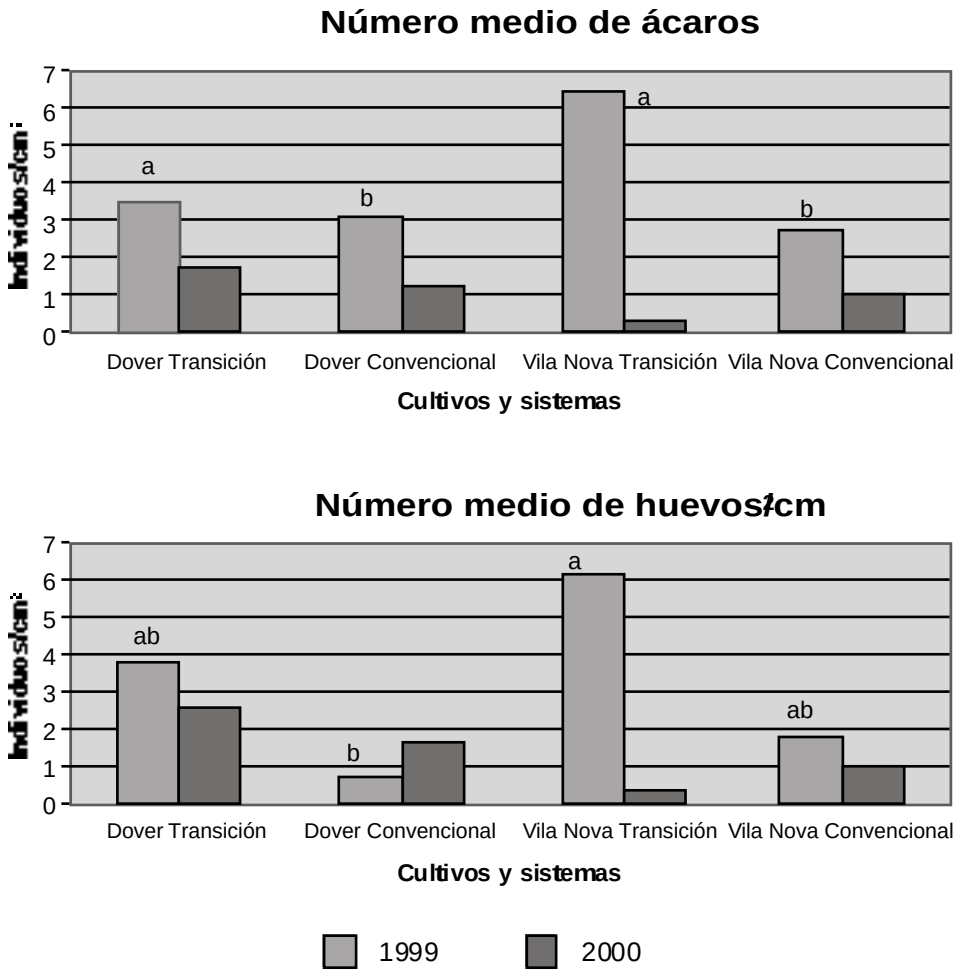


Figura 1. *Número medio por área foliar (cm²) de huevos y ácaros de* T. urticae *en muestras de hojas de fresa, cvs. Dover y Vila Nova, conducidas bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y el convencional, cosechas 1999 y 2000, en CAD, Viamão/RS, Brasil. Medias seguidas de la misma letra en la columna de mismo color no difieren estadísticamente entre sí (P<0,05) (Teste de aleatorizaçao, Pillar & Orlóci, 1996)*

benéficos y presa, principalmente porque no hay la eliminación total de la presa en el sistema en transición.

El presente trabajo reporta los resultados de los dos primeros años de transición del sistema convencional para el ecológico. La literatura indica un plazo medio de 2 a 8 años (CULIK, 1983; MACRAE y col., 1990; SWEZEY y col., 1994; ALTIERI, 1999), dependiendo de la degradación del ambiente agrícola original manejado con grandes cantidades de insumos. El suceso de esa transición esta atraillado a capacidad del suelo en reciclar los nutrientes restableciendo su actividad microbiana y su fauna (CULIK, 1983); englobando, incluso, el rediseño del sistema con el aumento de la biodiversidad (ALTIERI y ROSSET, 1996). Pero hay

también que tener un considerable conocimiento ecológico local (GLIESSMAN y col., 1996).

En el sistema convencional la incidencia de formas móviles de ácaros, así como de huevos (Figura 1), fue menor comprobando la eficiencia del producto químico (FORNAZIER y col., 1991), incluso para otras especies de artrópodos.

En cuanto a la tendencia del cultivar Vila Nova a presentar un mayor numero de individuos por área foliar, tal vez pudiera ser explicado por las características morfológicas de este cultivar (porte bajo, vigor vegetativo, grande superficie foliar) (EMBRAPA, 1988), proporcionando un ambiente con temperatura y humedad adecuados para el desarrollo de la población del ácaro. Estos caracteres también tendrían efecto en la distribución y abundancia de depredadores (WALTER y O'DOWD, 1992). Sin embargo, no fue posible monitorear la dinámica poblacional de depredadores. Solo fue registrada su presencia en el cultivo en transición en los dos años de trabajo (Tabla I), pues es sabido que el producto abamectina es altamente tóxico para los depredadores (LORENZATO, 1998), aunque su efecto sea eficaz no persiste en el tiempo como los insectos benéficos (OATMAN y col., 1967).

Tabla I. Presencia de enemigos naturales observados en plantas de fresas, cvs. 'Dover' y 'Vila Nova', conducidas bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional, en las cosechas 1999 y 2000, en CAD, Viamão/RS, Brasil.

Sistema del cultivo	Enemigos naturales	
	Año 1999	Año 2000
Ecológico en Transición	*Phytoseiulus macropilis* *Neoseiulus idaeus*	*Asca* sp *Amblyseius* sp
Convencional	—	—

Fueron identificados solo en el sistema en transición importantes especies de ácaros depredadores con alta capacidad de acción (Tabla I), reduciendo significativamente la población de *T. urticae* (WATANABE y col., 1994).

Estos artrópodos benéficos ejercieron su función especialmente en la segunda temporada, antes del inicio de los tratamientos con suero de leche, probablemente por estar presentes en el área provenientes del cultivo del año anterior, y por esta encontrarse cultivada con abono verde. El suceso del control del fitófago depende de la especificidad y de la relación de distribución de depredador:presa (STRONG y CROFT, 1995; CAMPORESE y DUSO, 1996).

El hecho que la población del ácaros permaneciera en el sistema en transición provee condiciones para la supervivencia de los insectos benéficos, además las plantas atacadas exhalan sustancias volátiles que los atraen (DICKE y VAN LOON, 2000). Por otra parte el polen y néctar presentes en las flores de las plantas adventicias que se dejaron en los bordes de los canteros constituyeron, probablemente, fuente de alimento para los depredadores (BAGGEN y col., 1999; LYS y col., 1994; NICHOLS, 1998). Sin embargo, no se puede dejar de considerar el conforto térmico que estas plantas provee al ambiente y que favorece la presencia de los insectos benéficos. Por lo tanto, no se descarta que la población del ácaro en el sistema en transición haya sido mantenida en bajos índices apenas como consecuencia del uso de suero de leche.

A pesar de la mayor presencia del ácaro en el cultivar Vila Nova, esta población no afectó la productividad de las plantas, pues no hubo diferencias significativas ni para productividad por planta ni para número de frutos por planta entre los cultivares en los dos años estudiados (Figura 2).

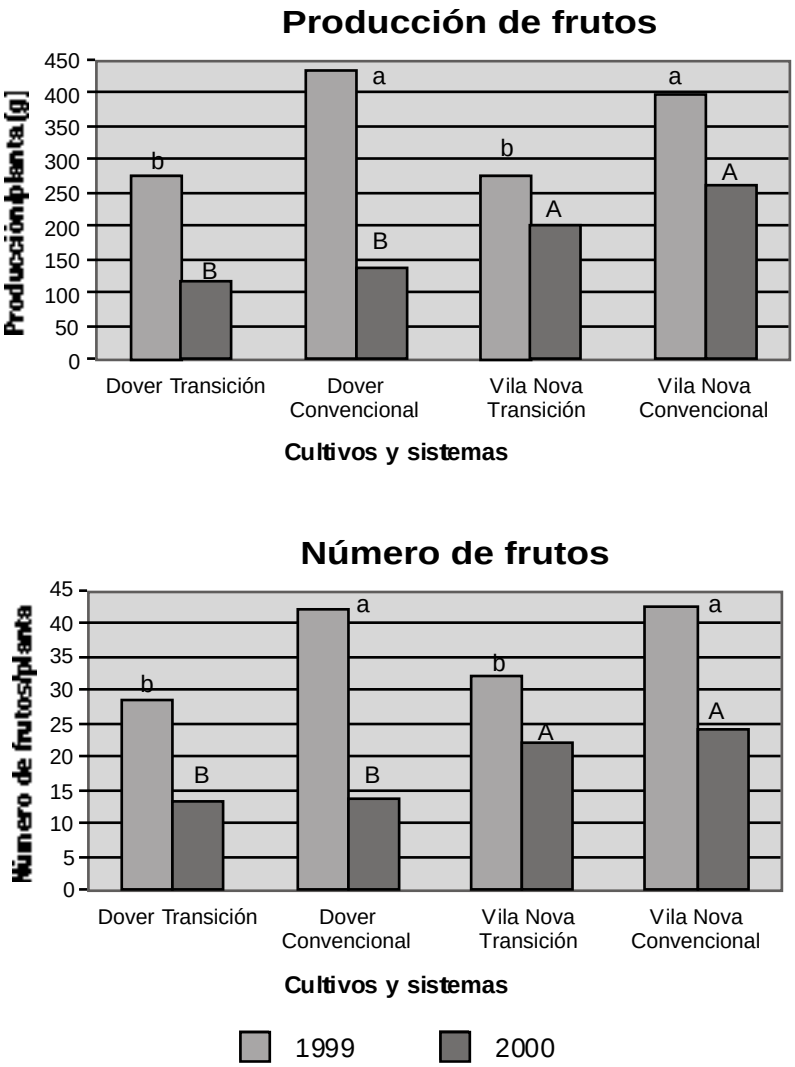


Figura 2. *Media de producción de frutos (en g) y do número de frutos por planta de fresa, cvs. Dover y Vila Nova, conducidas bajo los sistemas de cultivo ecológico en transición y convencional (media de 30 plantas/parcela), en las cosechas 1999 y 2000, en el CAD, Viamão/RS, Brasil. Medias seguidas de la misma letra minúscula en la barra amarilla y mayúscula en la barra violeta no difieren estadísticamente entre sí (P<0,05)*
(Teste de aleatorização, Pillar y Orlóci, 1996)

CONCLUSIONES

- El cultivar Vila Nova proporcionó un ambiente ideal para el desarrollo de la población del ácaros por presentar mayor incidencia de huevos y de individuos móviles, probablemente por sus características morfológicas;
- En el segundo año de cultivo la incidencia de huevos y ácaros que incidieron en los dos sistemas de cultivo fueron menores;
- Se registró la presencia de importantes especies de ácaros depredadores apenas en el sistema en transición;
- Los ácaros permanecieron en el sistema en transición durante todo el ciclo del cultivo, así como con la aplicación de suero de leche, pero en bajos niveles;
- La eliminación del fitófago en el sistema convencional por el producto abamectina fue eficiente, incluso afectando también a otros artrópodes.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1999). *Agroecología*: bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad, 338 pp.

ALTIERI, M.A.; ROSSET, P. (1996). Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. *International Journal Environmental Studies*, Amsterdam, v. 50, n. 1, pp.165-185.

BAGGEN, L.R. *y col.* (1999). Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective explotation by insect natural enemies for conservation biological control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 91, n. 1, pp. 155-161.

BRANZANTI, E.C. (1989). *La fresa*. Madrid: Mundi-Prensa. 386 pp.

CAMPORESE, P.; DUSO, C. (1996). Different colonization patterns of phytophagous and predatory mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on three grape varieties: a case study. *Experimental & Applied Acarology*, Amsterdam, v. 20, n. 1, pp. 1-22.

CASADO, G.I.G. *y col*. (2000). *Introdução a la agroecologia como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi-Prensa, 535 pp.

COMISSÃO FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. (1995). *Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul. 223 pp.

CULIK, M.C. (1983). The conversion experiment: reducing farming costs. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 38, n. 2, pp. 333-335.

DICKE, M.; VAN LOON, J.J.A. (2000). Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 97, n.3, pp. 237-249.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado. (1988). *Vila Nova, morango de dupla finalidade*. Pelotas: Embrapa - CPACT. 4f.

FADINI, M.A.M.; ALVARENGA, D.A. (1999). Pragas do morangueiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, pp. 75-79.

FLECHTMANN, C.H.W. (1985). *Ácaros de importância agrícola*. São Paulo: Nobel. 189p.

FORNAZIER, M.J. y col. (1991). Controle do ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836) (Acari, Tetranychidae) em morangueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 13, 1991. Recife. *Resumo* … Recife: SEB. v. 2, p. 474.

GLIESMANN, S.R. y col. (1990). Strawberry production systems during conversion to organic management. *California Agriculture*, Oakland, v. 44, n .4, pp. 4-7.

GLIESMANN, S.R. y col. (1996). Conversion to organic strawberry management changes ecological processes. *California Agriculture*, Oakland, v. 50, n. 1, pp. 24-31.

GOMERO, L. (2001). Hacia la sostenibilidad de los monocultivos. *Boletín de ILEIA*, Lima, v. 16, n. 4, pp. 4-5.

GROPPO, A.G. y col. (1997). *A cultura do morangueiro*. 2. ed. Campinas: CATI. 27 p. (Boletim Técnico, 201).

HECHT, S.B. (1999). La evolución del pensamiento agroecológico. In: ALTIERI, M.A. *Agroecologia*: bases científicas para uma agricultura sustentable. Montevideo: Nordan-Comunidad. Cap. 1, pp. 15-30.

LORENZATO, D. (1998). Ensaios laboratoriais de controle químico e biológico do ácaro rajado em mudas de morangueiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 4, n. 2, pp .95-99.

LYS, J.A. *y* col. (1994). Increase in activity density and species number of carabid beetles in cereals as a result of strip-management. *Entomological Experimental Applied*, v. 73, n.1, pp. 1-9.

MACRAE, R.J. y col. (1990). Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 43, pp. 155-198.

NICHOLLS, C.I. (1998). *The ecological role of a vegetational corridor and cover crops on the diversity, abundance and impact of natural enemies within an organically managed vineyard in Nothern California.* 1998. 119f. Thesis (Doctor of Philosophy in Entomology) Office of Graduate Studies of the University of California, Davis.

OATMAN, E.R. (1971). Mite species on strawberry in southern California. *Journal Economic Entomology*, College Park, v.64, n.5, pp. 1.314-1.315.

OATMAN, E.R. y col. (1967). Studies on integrating *Phytoseiulus persimilis* releases, chemical applications, cultural manipulations, and natural predation for control of the two-spotted spider mite on strawberry in southern California. *Journal Economic Entomology*, College Park, v. 60, n. 5, pp. 1.344-1.355.

PILLAR, V.P.; ORLÓCI, L. (1996). On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of releve groups. *Journal Vegetation Science*, Knivsta, v. 7, n.5, pp. 585-592.

REBELO, J.A.; BALARDIN, R.S. (1997). *A cultura do morangueiro*. 3 Ed. Florianópolis: EPAGRI, 44 p (Boletim Técnico, 46).

RONQUE, E.R.V. (1998). *Cultura do morangueiro*: revisão e prática. Curitiba: EMATER/PR. 206 p.

RONQUE, E.R.V. (1999). Principais pragas da cultura do morangueiro. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1999, Pouso Alegre. *[Anais]*: Morango tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG. pp. 51-64.

SANTOS, A.M. (1993). *A cultura do morango*. Brasília: EMBRAPA-SPI. EMBRAPA, CPACT. 35 p.

SATO, M.E. y col. (1993). Níveis de resistência do «ácaro rajado» *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) Booudreaux & Dossé, 1963 à ação de vários acaricidas das regiões de Atibaia (SP) e Piedade (SP) em laboratório, das culturas de morangueiro (*Fragaria* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, 1993, Piracicaba. *Resumos*... Piracicaba: SEB. p. 477.

SATO, M.E. y col. (1994). Resistência do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) a diversos acaricidas em morangueiro (*Fragaria* sp) nos municípios de Atibaia-SP e Piedade-SP. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 19, n.1, pp. 40-46.

STRONG, W.B.; CROFT, B.A. (1995). Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiid) into the rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranuchus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, College Park, v. 24, n. 2, pp. 446-453.

SUPLICY FILHO, N. y col. (1979). Estudo do comportamento do «ácaro rajado»*Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dossé, 1963, à ação de vários defensivos agrícolas organofosforados. *Biológico*, São Paulo, v. 45, n. 1/2, pp. 11-18.

SWEZEY, S.L. y col. (1994). Granny Smith conversions to organic show early success. *California Agriculture*, Oakland, v. 48, n. 6, pp. 36-40.

WALTER, D.E.; O'DOWD, D.J. (1992).Leaf morphology and predators: effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology*, v. 21, n.3, pp. 478-484.

WATANABE, M.A. *y col.* (1994). Controle biológico do ácaro rajado *Tetranychus urticae* com ácaros predadores fitoseídeos *Amblyseius idaeus* e *Phytoseiulus persimilis* em cultura de morango. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.1, p. 107, 1994. Resumo do trabalho apresentado no 34 Congresso Brasileiro de Olericultura, Piracicaba.

NOTAS

1 Parte de la Tesis Doctoral en Fitotecnia del autor, Programa de Pós-Graduación en Fitotecnia, Área de Concentración Horticultura, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Beca de estudios concedida por CAPES.

2 Associação dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí. Produce un compuesto, a través de su Usina de Compuestagen de Residuos Industriales, reaprovechando la grande cantidad de residuos orgánicos producidos en agroindustrias de la región de Montenegro/RS, en cuya ciudad se localiza su sede.

Incidencia de alteraciones fisiológicas en postcosecha en cítricos ecológicos y convencionales

M.D. RAIGÓN[1], A. DOMÍNGUEZ GENTO[2], D. SOLER SANGÜESA[1]

[1] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibánez, 46010 Valencia; tf: 963877347; mdraigon@qim.upv.es

[2] Estació Experimental Agrària de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n, 46740 Carcaixent; tf: 962430400; e-mail: esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es; alfonsdgento@wol.es

RESUMEN

Las prácticas abusivas de fertilización química, en concreto la nitrogenada, repercuten directamente sobre la calidad de las frutas y verduras, provocando la disminución de la cantidad de materia seca del alimento, porque éste asimila más agua, siendo el exceso de agua en el producto uno de los factores de más repercusión sobre la conservación de estos alimentos en postcosecha, debido a la mayor facilidad de pudrición que presentan.

Este trabajo pretende llevar a cabo un estudio sobre el efecto que los distintos métodos de producción (ecológica y convencional) tienen sobre la incidencia, en el desarrollo de determinadas alteraciones durante el período de postcosecha de frutos cítricos. Para ello se controló la aparición y evolución de las alteraciones fisiológicas de los frutos cítricos de las variedades Navelina y Newhall, durante 10 semanas, analizando la repercusión sobre la calidad en la conservación de los frutos. Los resultados indican que, por término medio, los frutos cítricos ecológicos son más resistentes a la incidencia de alteraciones durante el período de postcosecha.

Palabras clave: alteraciones fisiológicas, postcosecha, calidad, citricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica engloba todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles, desde el punto de vista ambiental, social y económico, respetando las exigencias y capacidades naturales de las plantas, los animales y el paisaje (CAE-CV, 2000).

La calidad de los alimentos ecológicos ha sido valorada puntualmente mediante ensayos con animales, los cuales han sido alimentados con la misma dieta, pero diferenciando la procedencia. El resultado ha sido estadísticamente significativo, a favor de los animales con la dieta ecológica, tanto en el test de preferencia alimentaria como en parámetros de fertilidad y de resistencia a enfermedades (www.criecv,fis.uji.es).

Los cítricos forman parte del grupo de frutos más populares, desempeñando un papel importante en la alimentación ya que poseen multitud de propiedades beneficiosas (elevado contenido en vitamina C y antioxidantes) (WALJI, 1996). Por otra parte, se producen en gran cantidad en las zonas mediterráneas. Los frutos cítricos ecológicos ocupan el noveno lugar en cuanto a superficie de producción ecológica en el Estado español.

Algunos de los parámetros diferenciadores importantes, desde el punto de vista fisiológico, así como de la fertilización de la planta, que pueden afectar a la conservación del fruto, en general son:

- El contenido del agua; si el alimento posee un menor contenido en agua es más estable, al menos en las zonas de protección (epidermis o partes externas), ya que posee una mayor resistencia a las pudriciones, al crecimiento microbiano y a la producción de toxinas. Según Cerisola (1989), este porcentaje es menor en los alimentos ecológicos, frente a los productos convencionales.
- Una proporción de nutrientes desequilibrada puede provocar una menor capacidad defensiva. Es conocida la facilidad de ataque de patógenos debido a la acumulación excesiva de nitratos en los tejidos vegetales. El uso de abonos nitrogenados provoca la disminución de ácidos esenciales en las proteínas, con un incremento de proteína bruta debido al aumento del nitrógeno no proteico y de aminoácidos no esenciales. También pueden producirse carencias por los efectos antagónicos como consecuencia de la utilización de fertilizantes inorgánicos, causando desequilibrios (ROGER, 1985; CERISOLA, 1989).
- La disminución del contenido en vitaminas o sustancias antioxidantes capaces, de proteger a las células de los efectos oxidantes producidos por los radicales libres y que pueden producir una peor conservación (DITTRICH y LEITZMANN, 1998). El contenido en ácido ascórbico y carotenos presentes en los alimentos ecológicos es significativamente superior a los presentes en los convencionales (LAMPKIN, 1998; FISCHER y RICHTER, 1986).

Las diferencias entre los diferentes parámetros anteriormente descritos, son las responsables de la mayor capacidad y resistencia de los productos ecológicos durante el período de almacenamiento, provocando frente a los frutos convencionales, una menor pérdida de peso total, peso seco y mayor resistencia a la putrefacción (LINDER, 1985; RAIGÓN y col., 2000).

El principal objetivo de este trabajo es el estudio y análisis de la incidencia en la aparición y evolución de alteraciones fisiológicas en los frutos cítricos de las variedades de naranja Navelina y Newhall (*Citrus sinensis*), durante el periodo de conservación a temperatura ambiente, en función del sistema de producción empleado (ecológico o convencional), con el fin de poder establecer un valor añadido a los frutos que influirá en su calidad final y en la repercusión económica colateral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo los objetivos sobre el estudio de la conservación de los frutos cítricos a temperatura ambiente, se estimaron los niveles, a través de un conteo, de los diferentes grados de pudrición de los frutos cítricos, así como el nivel de necrosamiento de los tejidos de los frutos, durante las diez semanas que duró el ensayo, expresándose los resultados en porcentaje sobre el total. Además se observó el tipo de alteración con mayor incidencia sobre la conservación de los frutos.

Las muestras fueron recolectadas *in situ* en las respectivas parcelas de origen, se recogieron los frutos aleatoriamente de cada árbol seleccionado (eliminando los de las zonas limítrofes a las parcelas), en las cuatro direcciones y del interior y el exterior de la copa, y en el momento óptimo de maduración. Para evitar el efecto cruzado del resto de los factores que influyen sobre el estado del fruto en poscosecha, se eligieron, para la misma variedad, parcelas ecológicas y convencionales lo más próximas posibles, siendo el patrón, sistema de riego, condiciones microclimáticas y clase textural del suelo similares.

Los frutos debidamente recolectados e identificados se transportaron al laboratorio donde se almacenaron homogéneamente distribuidos en idénticos recipientes abiertos, ubicados bajo las mismas condiciones de luz y temperatura.

El estudio comenzó la primera semana del mes de febrero del 2001 y finalizó a finales del mes de abril del mismo año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las alteraciones fisiológicas detectadas en este estudio se dividen en dos grupos, el nivel de pudrición y el nivel de necrosamiento de los tejidos de los frutos. La pudrición es un proceso de destrucción de la materia viva, se desencadena por una acción incontrolada de las catalasas, desaparecen las membranas celulares y hay una autolisis, después continúa con la acción de bacterias e insectos.

Sobre los frutos cítricos analizados (tanto ecológicos como convencionales) se contabilizaron tres tipos de pudriciones: moho azul (*Penicillium italicum*), moho verde (*Penicilium digitatum*) y podredumbre marrón oscura (*Alternaria sp.*), los dos primeros competitivos sobre el segundo. En la Figura 1 se muestra los dos tipos de mohos del género *Penicilium* en un mismo fruto y en la Figura 2 se observa la podredumbre marrón en uno de los frutos cítricos analizados en el presente estudio.

Figura 1. *Presencia del moho azul y verde en los frutos cítricos*

La necrosis detectada, tanto sobre los frutos ecológicos como sobre los convencionales, se corresponde con la muerte celular provocada por la pérdida de humedad en la epidermis de los frutos cítricos (Figura 3).

Los frutos son alimentos perecederos, teniendo un periodo óptimo para la comercialización. Cuando el fruto entra en el período de maduración, se producen múltiples reacciones bioquímicas, asociadas con un incremento respiratorio y con la emisión de etileno, que provoca el paso del fruto inmaduro a fruto maduro (HERRERO y GUARDIA, 1992). La respiración, como proceso vital que es, trae como consecuencia:

- La pérdida de sustancias de reserva.
- Un envejecimiento del producto a medida que las reservas de energía se agoten.
- La pérdida de valor nutritivo.

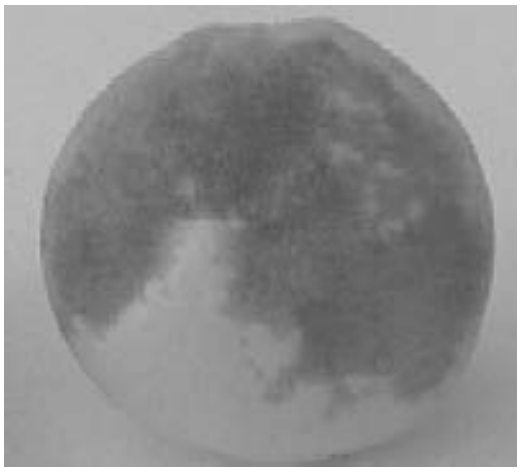


Figura 2. *Presencia de podredumbre marrón en los frutos cítricos*

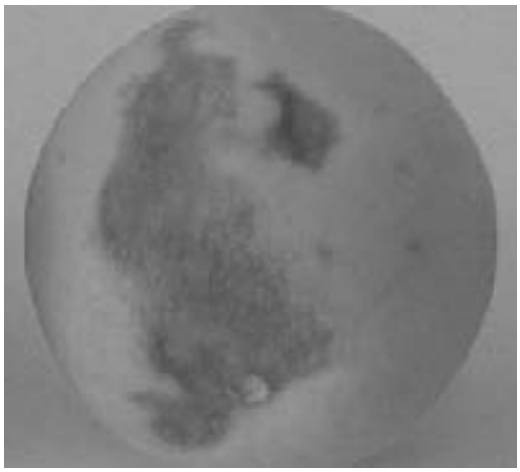


Figura 3. *Presencia de necrosis en la corteza en los frutos cítricos*

Los cítricos son unos frutos no climatéricos que se caracterizan por la disminución respiratoria a medida que el fruto se está desarrollando. Al anularse la intensidad respiratoria se produce la senescencia (LOUSSERT, 1992). El efecto del etileno provoca la maceración de los tejidos, con lo que reduce su vida de conservación; también se producen cambios sobre el aroma, llegando incluso a inferir un sabor amargo. Puede llevar a acelerar el crecimiento de los hongos o a incrementar la sensibilidad de los tejidos del fruto a la penetración de las hifas.

Analizando los resultados obtenidos para el nivel de pudriciones (Figura 4) se observa que por variedades, independientemente de la procedencia (ecológica o convencional), la evolución de los frutos de la variedad Navelina tiene un menor nivel de pudriciones respecto que la Newhall. Esta diferencia es considerable hasta que llega el último mes del ensayo, donde niveles de pudrición se acortan hasta igualarse.

La Navelina ecológica evoluciona de una forma sigmoidal, mientras que la convencional lo hace con una doble ese, lo que significa que la aparición de incidencias sobre las naranjas de la variedad Navelina, tiene elevados incrementos por unidad de tiempo, siendo más representativo, en el caso de los frutos convencionales, aunque las diferencias entre los valores de pudrición para la Navelina, en función del tipo de cultivo, son mínimas. En la variedad Newhall, la cultivada bajo técnicas convencionales sigue una linealidad respecto al nivel de pudriciones encontrados, mientras que la producida ecológicamente no sigue una tendencia definida, y aunque el origen sea superior, la pendiente de la curva, para los frutos ecológicos es menor que la de las convencionales, lo que pone en evidencia la menor predisposición a la incidencia de estas alteraciones, en los cítricos ecológicos.

Las dos variedades de cultivo convencional, al final del estudio, tienen un porcentaje mayor de pudriciones que en las variedades ecológicas. Esto puede ser debido a la elevada proporción de agua en los frutos convencionales, respecto a los ecológicos (CERISOLA, 1989), y corrobora los resultados de Linder (1988), al indicar que la aplicación de fertilizantes minerales utiliza-

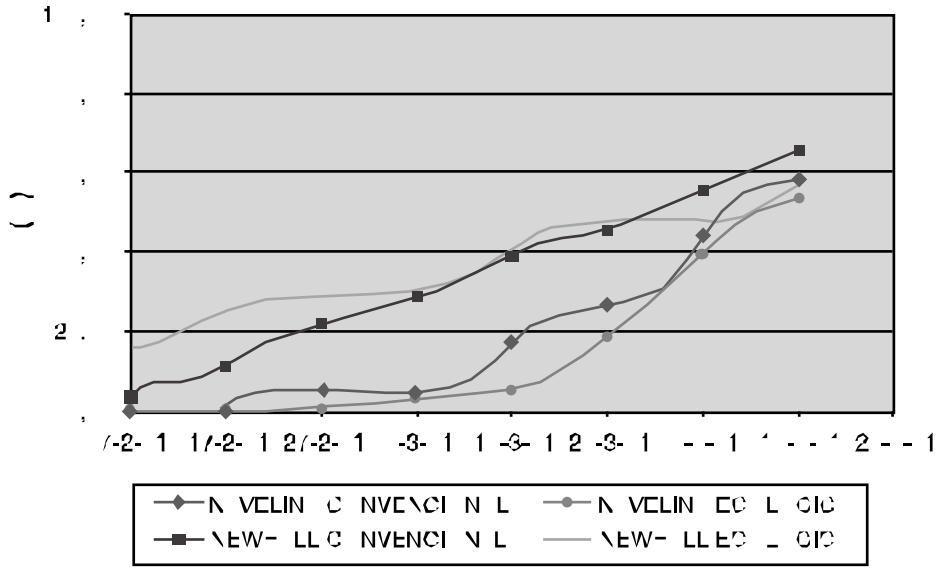


Figura 4. *Variación en el tiempo de los niveles de pudrición (%) de los frutos, por variedad y tipo de cultivo*

dos en las técnicas de producción agrícola convencional, reducen la capacidad de almacenamiento, al aparecer mayor nivel de pudriciones en las frutas y verduras. Así, el contenido en agua de los alimentos frescos aumenta de forma importante con el uso de fertilizantes químicos, en un porcentaje que puede variar entre el 5% y 30% (www.criecv.fis.uji.es). Soler Sangüesa y col. (2001) en un trabajo llevado a cabo sobre las mismas variedades citrícolas, encuentran que las cortezas de las naranjas ecológicas tienen un mayor contenido mineral (expresado como cenizas, sobre el total), así como mayor contenido de materia seca en la corteza y menor contenido en humedad, lo que confirma la menor actividad enzimática en la piel de estos frutos.

El nivel de necrosis en los cuatro tipos de frutos cítricos sigue una misma tendencia de evolución (Figura 5), aunque con distintos valores. Esta forma se puede dividir en cuatro partes: en la primera se observa un aumento lineal, producido durante la semana inicial de estudio; la segunda parte, que comprende al periodo de un mes, se caracteriza por un estancamiento en la aparición de necrosis, en la tercera parte aumenta el nivel de forma muy pronunciada y en la última etapa se estabiliza de nuevo. Este tipo de tendencia recuerda a una evolución sigmoidal.

Con respecto a las variedades, los frutos de Navelina presentan mayor incidencia de necrosis en sus tejidos, prácticamente durante todo el tiempo de estudio. Para esta misma variedad, se observa que los frutos de producción convencional tienen valores superiores en todo momento. Para los frutos de la variedad Newhall, los de producción ecológica representan una mayor incidencia en la aparición de necrosis, aunque estas diferencias se minimizan a medida que se incrementa el tiempo del estudio, no siendo estadísticamente significativas.

Estos resultados ponen de manifiesto que la velocidad de respiración y la actividad enzimática, durante el período de postcosecha, en los frutos de producción ecológica es más baja, lo que repercute en una disminución de las pérdidas de los productos frescos durante los períodos de almacenamiento.

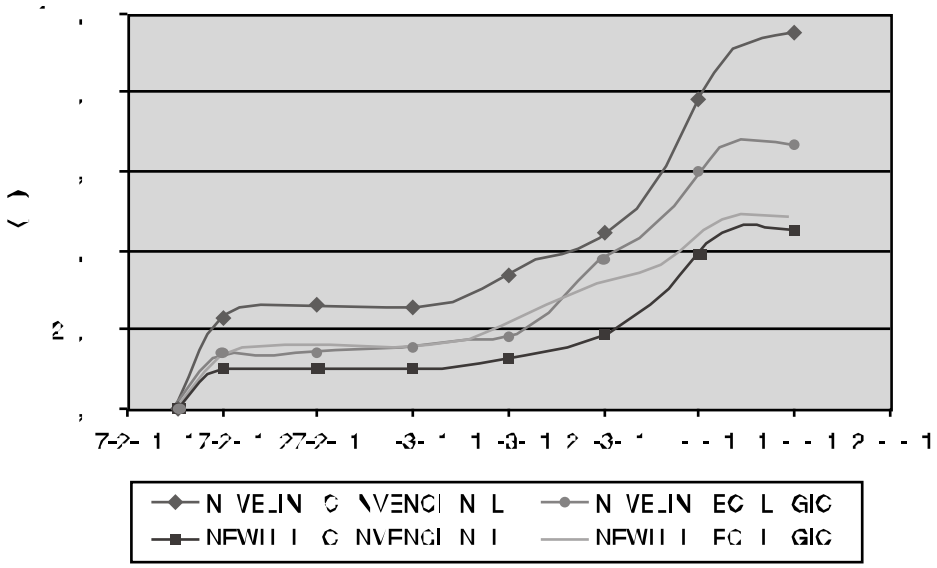


Figura 5. *Variación en el tiempo de los niveles de necrosis (%) de los frutos por variedad y tipo de cultivo*

CONCLUSIONES

La evolución en el nivel de pudriciones en las naranjas Newhall y Navelina procedentes de cultivo convencional es mayor, sobre todo, a medida que se incrementa el período de conservación.

La incidencia de necrosis en las cortezas de naranjas convencionales de la variedad Navelina, es significativamente superior al encontrado para los frutos ecológicos. Las incidencias para la variedad Newhall son no significativas.

Los procesos relacionados con la capacidad de almacenamiento de los frutos cítricos, es decir, con la velocidad de respiración y la actividad enzimática a temperatura ambiente, son menores en los frutos de producción ecológica, lo que indica que las pérdidas durante este período son menores cuando se practican técnicas de producción ecológicas en cítricos, aumentando la calidad final que se ofrece para estos productos.

BIBLIOGRAFÍA

CAE-CV, Comité de Agricultura ecológica de la Comunidad Valenciana. (2000). Agricultura ecológica, sistema de control C.E.E., CAPA, 1: 1-5.

CERISOLA, C. (1989). Lecciones de agricultura biológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 116 pp.

DITTRICH, K.; LEITZMANN, C. (1998). Los alimentos bioactivos. Editorial Integral. Barcelona. 111 pp.

HERRERO, A.; GUARDIA, J. (1992). La respiración. En: Conservación de frutos, manual técnico. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 59-112.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 726 pp.

LINDER, U. (1985). Alternative im Erwerbsgemüsebau Gemüse En: Alternativer Anbau, 21: 412-418.

LOUSSERT, R. (1992). Los agrios. 1ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid: 27-44.

RAIGÓN, M. D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; VIDAL, E.; CAROT-SIERRA, J. M. (2000). Estudio de la conservación de la col china (*Brassica pekinensis*) cultivada ecológicamente. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Córdoba. Septiembre de 2000.

ROGER, J.M. (1985). El suelo vivo: manual práctico de la agricultura. Cuaderno de Integral, 5: 1-137.

SOLER SANGÜESA, D.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A. (2001). Comparación de los parámetros de calidad en variedades citrícolas ecológicas y convencionales. Trabajo final de carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia. 157 pp.

WALJI, H. (1996). Vitamina C. Editorial Martínez Roca. Barcelona. 126 pp.

http://criecv.fis.uji.es

Epidemiología del virus del bronceado del tomate (TSWV). Relación entre la proporción de trips virulíferos e incidencia del TSWV. Adaptación a sistemas de agricultura ecológica

A. ALCÁZAR[1], A. LACASA[1], M. MIGUEL[1], P. FERNÁNDEZ[2], M. ONCINA[1], J.A. SÁNCHEZ[1]

[1] Protección Vegetal, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, CAAMA. C/ Mayor s/n, 30.150 La Alberca (Murcia).
[2] FECOAM – Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. C/ Caballero, 13, 30.002 Murcia.

RESUMEN

El virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wild Virus, TSWV) es el principal problema fitopatólogico del cultivo ecológico del pimiento en los invemaderos del Sureste español. Las epidemias derivan del inóculo generado en el interior del propio cultivo, ya que el virus es transmitido de forma persistente.

Se ha estudiado la relación entre la evolución de la proporción de adultos de *Franklinie - lla occidentalis* infectivos presentes en el invernadero y la proporción de plantas infectadas por TSWV. Se procedió al seguimiento semanal de la evolución del TSWV mediante observación visual. El muestreo de adultos de *F. occidentalis* se realizaba con una cadencia semanal, utilizando el método de inmunoimpresión para el análisis de detección de TSWV en los trips.

La relación entre la proporción de trips infectivos y la incidencia de la enfermedad se ha ajustado con un modelo logístico y la función Gompertz explicándose satisfactoriamente con la función logística (r^2= 0,947) y la función Gompertz (r^2= 0,948). El conocimiento de la evolución de la proporción de individuos transmisores dentro de una población representa un paso clave en la modelización, englobando las complejas interacciones entre el virus, el hospedante y el vector mediante una relación sencilla, cuyo conocimiento puede ayudar a la instauración de un manejo ecológico adecuado en los cultivos de pimiento en invernadero.

INTRODUCCIÓN

El virus del bronceado del tomate (Tomato Spotted Wild Virus, TSWV) es el principal problema fitopatológico del cultivo del pimiento en los invernaderos del Sureste español. La permanente pululación de *Frankliniella occidentalis* (el único, pero eficaz vector encontrado en esta zona) y las elevadas poblaciones, hacen que las epidemias se sucedan en el tiempo.

Hasta que se extienda el empleo de variedades con resistencia a TSWV, el control de esta enfermedad pasa por el control de las poblaciones del trips. En las condiciones en que se realiza el cultivo, las epidemias derivan del inóculo generado en el interior del propio cultivo (SÁNCHEZ, 1998), ya que el virus es transmitido de forma persistente, siendo las larvas de primer estadio las que lo adquieren y los adultos los transmisores (VAN DE WENTERING y col., 1996). Los focos primarios de virosis se establecen en los invernaderos por inmigración de adultos infectivos.

No se han determinado los umbrales para el control de *F. occidentalis* por medios biológicos como vector de TSWV, determinación imprescindible para agricultura ecológica.

Se ha estudiado la relación entre la evolución de la proporción de adultos de *F. occidentalis* infectivos presentes en el invernadero y la proporción de plantas infectadas por TSWV. El conocimiento de la relación entre estas dos variables, es el primer paso para el desarrollo de modelos epidemiológicos de predicción de la virosis, que permitan ajustar las estrategias en invernaderos de control biológico en sistemas de producción ecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Localización y planteamiento de los ensayos

Se llevaron a cabo en la finca experimental del CIDA en el Campo de Cartagena (Murcia) durante las campañas 97/98 y 98/99, en un invernadero de 341 m^2, tipo parral, con cubierta de plástico y aperturas laterales provistas de malla de 14x10 hilos/cm, orientado en la dirección este-oeste. El invernadero se dividió en dos sectores (S1 y S2) mediante una cortina de plástico. El control del trips vector se llevó a cabo por medios biológicos en cada uno de los sectores.

Se plantó la variedad Atol, al marco de 1x0,4 m, haciéndolo el 16-12-1997 en la primera campaña y el 27-1-1999 la segunda. En la campaña 97/98 se procedió al arranque semanal de las plantas con síntomas de TSWV, en el S2, mientras que en el S1 se dejó progresar libremente la virosis. Las otras plagas se controlaron empleando enemigos naturales. En la campaña 98/99 se procedió a la división en dos sectores con el fin de obtener más repeticiones del ensayo, no realizándose acciones diferenciales en cada uno de los sectores.

b) Seguimiento de la incidencia del TSWV y muestreo de trips

El seguimiento de la evolución del TSWV se realizó semanalmente mediante observación visual. Las plantas que aparecían con sintomatología dudosa se muestrearon para su análisis.

En la campaña 97-98, cuando empezaron a aparecer las primeras plantas infectadas con TSWV se muestrearon para su análisis, con el objeto de ver si existían plantas infectadas asintomáticas. En la campaña 98-99 el análisis individualizado de todas las plantas se realizó en tres ocasiones (1/6, 6/7 y 6/8), con el objeto de comprobar si habían plantas con infección latente.

El muestreo de adultos de trips para la detección del TSWV se realizaba semanalmente el mismo día en el que se hacía la valoración de la incidencia de la enfermedad. En cada uno de

los sectores, los individuos se recogían al azar con la ayuda de un aspirador manual. En el laboratorio se mantenían durante 4 o 5 días alimentándose de vainas de judía, antes de proceder al análisis para la detección del virus (SÁNCHEZ, 1998).

En la campaña 97-98 los datos climáticos se registraron con un termohigrógrafo colocado en el S1, a la altura del cultivo. En la campaña 98-99 se dispuso de dos termohigrógrafos colocados en cada uno de los sectores. Los registros eran imprescindibles para la determinación de los grados día acumulados (GDA) necesarios para el desarrollo del trips, con el objeto de corregir los datos epidemiológicos y de demografía poblacional.

c) Detección del TSWV

El análisis para la detección del TSWV en los trips se hizo por inmunoimpresión, introduciendo ligeras modificaciones al procedimiento descrito por Aramburu y col. (1996). En lugar de membranas de nitrocelulosa se utilizaron membranas de nylon, y en la fase de bloqueo de la membrana se añadió Tritón X-100.

El análisis de las plantas se ha realizado mediante el test-ELISA, utilizando el suero de TSWV de la casa LOEWE.

d) Análisis de los datos

La relación entre la proporción de trips infectivos y la incidencia de la enfermedad se ha ajustado con un modelo logístico (1) y la función Gompertz (2). En el análisis no se han incluido los datos del sector donde se arrancaron las plantas con síntomas de TSWV.

$$Y = (a + k)/ ((1+\exp(-r*(x-a)) \quad (1) \qquad y = a + k * \exp(-\exp(-r * (x-b))) \quad (2)$$

Y= Proporción de adultos infectivos, x= incidencia de la enfermedad a tiempo t-198 GDA (Grados Días Acumulados), a= asíntota inferior, k+a= asíntota superior, r= tasa de aumento y b= punto de inflexión.

Los parámetros de las ecuaciones se han calculado mediante un análisis de regresión no lineal, dándole a la asíntota inferior el valor cero, con el programa estadístico Statgraphics (1993). En el análisis de regresión se ha introducido un periodo de retardo entre las dos variables, equivalente al tiempo en grados días acumulados (GDA) necesario para que la larva I se transforme en adulto. Para la duración de la fase entre la L-1 y el adulto se ha tomado un tiempo de 13,2 días, considerando los datos de desarrollo sobre plantas de pimiento a 25ºC aportados por Lacasa (1990). Se ha optado por expresar el tiempo en GDA debido a que la duración del desarrollo del insecto y el periodo de latencia varían en función de la temperatura (WIJKAMP y col., 1995). Teniendo en cuenta una temperatura umbral de desarrollo mínima de 10ºC (ROBB, 1989) la duración del desarrollo entre la L-1 y el adulto se traduce en 198 GDA.

RESULTADOS

a) Evolución de la incidencia del TSWV

Campaña 1997-98

En el sector 1 las primeras plantas con TSWV aparecen el 23 de junio (Figura 2, A). En la curva de la evolución de la enfermedad se puede distinguir una primera fase de crecimiento lento durante el primer mes, una fase con un crecimiento moderado durante el mes siguiente y una fase de crecimiento muy rápido en las tres últimas semanas. En este sector la incidencia final de la enfermedad fue del 63,7%. Los datos experimentales de la evolución de la incidencia de la enfermedad se ajustan satisfactoriamente a las funciones (1) y (2) (Figura 2, A), encontrándose un coeficiente de correlación ligeramente más alto en la función logística (r^2= 0.993) que en la Gompertz (r^2= 0.976). En la función logística el punto de inflexión, o máxima tasa de cambio, se obtiene a los 107,2 ± 0,4 días, con una tasa de aumento r= 0,108±0,05.

En el sector 2 las primeras plantas con síntomas de TSWV se observan dos semanas más tarde que en el sector-1. La evolución de la enfermedad presenta un crecimiento lento en las seis primeras semanas y un crecimiento moderado en las tres últimas. La incidencia final del TSWV fue del 19,7% (Figura 2, B). Los datos experimentales se ajustan ligeramente mejor a la función logística (r^2= 0,988) que a la Gompertz (r^2= 0,976) (Figura 2, B). Teniendo en cuenta la función logística, la máxima tasa de cambio se produce 25,1 días después que en el primer sector (b=132,3±1,37), siendo también menor la tasa de aumento de la enfermedad r= 0,07±0,003.

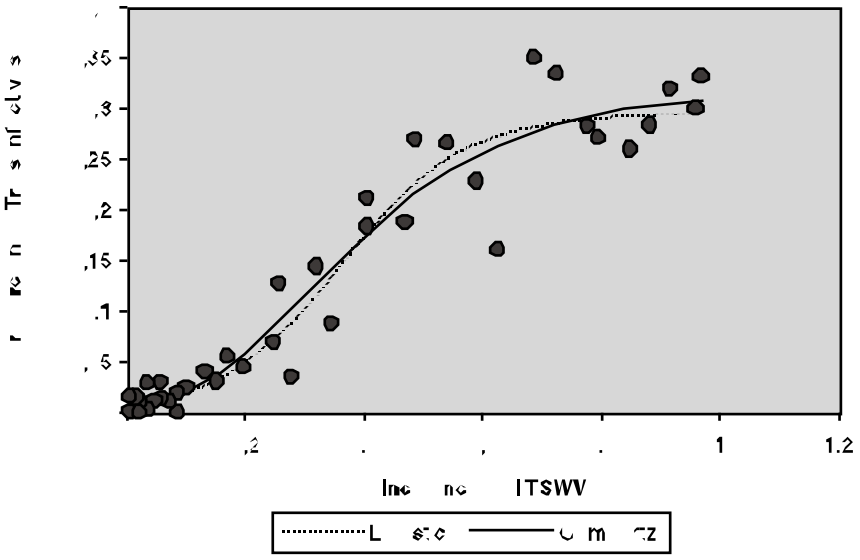


Figura 1. *Evolución de la proporción de adultos infectivos de Frankliniella occidentalis en relación a la incidencia de TSWV en cultivos ecológicos de pimiento en invernadero*

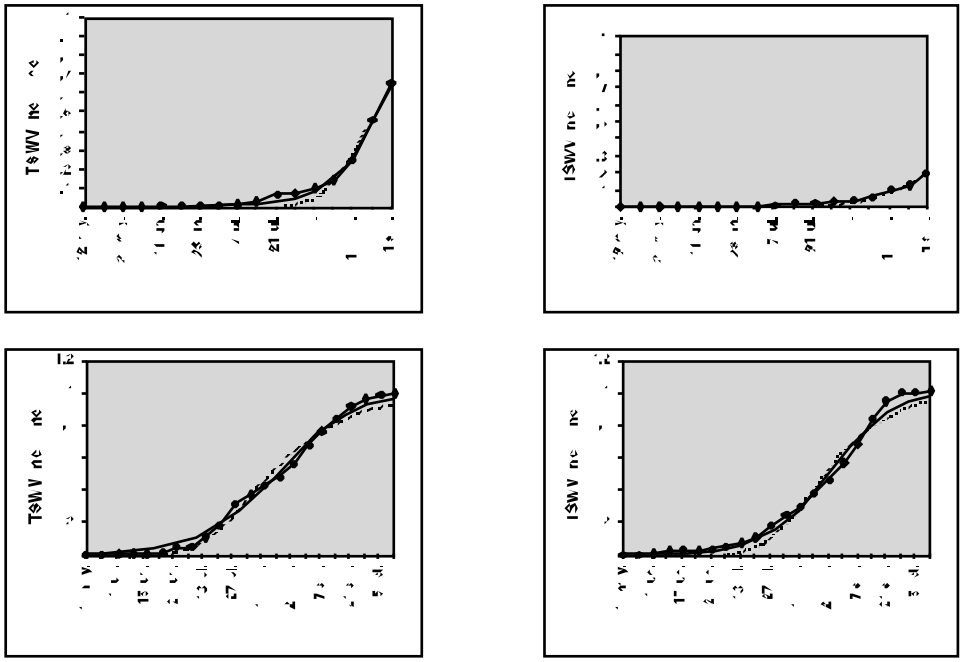


Figura 2. *Evolución de la incidencia del TSWV. La línea continua representa las predicciones mediante la función lo - gística y la discontinua con la función Gompertz.A=Campaña 97-98,S1. B=Campaña 97-98, S2. C=Campaña 98-99, S1. D=Campaña 98-99, S2*

Campaña 1998-1999

En el sector 1 las primeras plantas con síntomas de TSWV aparecen el 1 de junio (Figura 2, C). El crecimiento de la enfermedad durante las seis primeras semanas fue lento, a partir de entonces se inicia una fase de crecimiento más pronunciada, que no empieza a declinar hasta que no se ha producido la infección de casi todas las plantas (Figura 2, C). Los datos experimentales se ajustan ligeramente mejor a la función logística (r^2=0,993) que a la Gompertz (r^2=0,988). La tasa de aumento de la enfermedad obtenida es inferior a la de los dos sectores de la campaña anterior r=0,0575±0,0029, estimándose el punto de inflexión (b) en 89,9±0,9 días (Figura 2, C).

En el sector 2 la evolución de la enfermedad siguió una dinámica parecida a la del S1 (Figura 2, D). La primera planta con síntomas de TSWV aparece también el 1 de junio. Seis semanas más tarde el virus afecta al 7,5% de las plantas. En esta primera fase el crecimiento de la enfermedad es lento. A partir de este momento la progresión es más rápida, registrándose una incidencia del 50% seis semanas después. Al igual que en el S1, la expansión de la virosis se relantiza en la etapa final de la infección. Al igual que en el otro sector la evolución de la incidencia de la enfermedad se ajusta mejor a la función logística (r^2=0,992) que a la Gompertz (r^2=0,978) (Figura 2, D). La tasa de aumento de la enfermedad para la función logística es ligeramente mayor que en el primer sector (r=0,068), teniendo lugar el punto de inflexión (b) a los 98,3±0,9 días.

b) Evolución de la proporción de adultos transmisores de TSWV

Campaña 1997-1998

En el sector1 los primeros trips infectivos se detectan dos semanas después de la aparición de la primera planta con síntomas de TSWV (Tabla I). A partir de entonces la proporción de adultos infectivos aumenta progresivamente, hasta alcanzar, al final del ensayo, el 7%, cuando la incidencia de la enfermedad era del 64%.

En el sector donde se arrancaron las plantas con síntomas de TSWV (S2), se detectan esporádicamente adultos infectivos a mediados de junio (Tabla I), cuatro semanas antes de la aparición de la primera planta con TSWV. La presencia de individuos infectivos empieza a hacerse más frecuente desde el momento en que aparecen las primeras plantas enfermas, oscilando la proporción de los transmisores entre el 0,6 y el 3,6%.

Tabla I. Campaña 1997-98. Inmunoimpresión de adultos de *F. occidentalis* e incidencia de TSWV

	Sector 1				Sector 2				
Fecha	**N**	**Trips (+)**	**% Trips (+)**	**Incidencia TSWV**	**N**	**Trips (+)**	**% Trips (+)**	**Incidencia TSWV**	**GDA**
12 may	57	0	0	0	53	0	0	0	12
19 may	48	0	0	0	50	0	0	0	88
26 may	43	0	0	0	55	0	0	0	175
02 jun	15	0	0	0	143	0	0	0	252
11 jun	87	0	0	0	157	2	0,013	0	391
15 jun	181	0	0	0	158	0	0	0	459
23 jun	77	0	0	0,002	52	0	0	0	579
30 jun				0,002				0	674
07 jul				0,007				0,006	749
14 jul	72	0	0	0,02	28	1	0,036	0,019	850
21 jul	188	1	0,005	0,056	182	0	0	0,019	953
28 jul	191	1	0,005	0,066	190	2	0,011	0,025	1052
04 ago	196	3	0,015	0,09	96	1	0,01	0,028	1157
11 ago	163	2	0,012	0,134	147	1	0,007	0,042	1261
18 ago	121	3	0,025	0,246	137	0	0	0,092	1368
25 ago	130	4	0,031	0,448	65	1	0,015	0,119	1475
01 sep	129	9	0,07	0,638	170	1	0,006	0,197	1565

N: número de individuos analizados
GDA: en grados días acumulados

Campaña 1998-1999

En el sector 1 la presencia de adultos infectivos se detecta ya en el primer muestreo, dos semanas antes de que se observara la primera planta con síntomas de TSWV (Tabla II). Hasta cuatro semanas más tarde no se vuelven a detectar trips transmisores; a partir de entonces la proporción de individuos vectores aumenta paralelamente al incremento de la incidencia de la enfermedad. En las últimas fases de la epidemia la proporción de vectores se estabiliza entorno al 30%, registrándose un máximo del 33,3%.

En el sector 2 los primeros adultos de *F. occidentalis* infectivos se detectan tres semanas después de la aparición de las primeras plantas con TSWV (Tabla II). La proporción de adultos infectivos sigue una dinámica similar a la del sector 1. En las últimas semanas la proporción de vectores se estabiliza también alrededor del 30%, registrándose un máximo del 35%.

Tabla II. Campaña 1998-99. Inmunoimpresión de adultos de *F. occidentalis* e incidencia de TSWV

	Sector 1				Sector 2				
Fecha	**N**	**Trips (+)**	**% Trips (+)**	**Incidencia TSWV**	**N**	**Trips (+)**	**% Trips (+)**	**Incidencia TSWV**	**GDA**
18 may	63	1	0,016	0	60	0	0	0	31
25 may	164	0	0	0	82	0	0	0	105
01 jun				0,006				0,005	206
08 jun	201	0	0	0,006	249	0	0	0,013	228
15 jun	66	0	0	0,008	219	0	0	0,018	352
22 jun	139	1	0,007	0,018	184	1	0,005	0,021	476
29 jun	62	1	0,016	0,044	65	0	0	0,026	599
06 jul	207	6	0,029	0,044	107	1	0,009	0,042	725
13 jul	216	3	0,014	0,108	137	1	0,007	0,068	856
20 jul	103	2	0,019	0,188	130	4	0,031	0,104	987
27 jul	143	8	0,056	0,31	48	0	0	0,164	1116
03 ago	196	7	0,036	0,368	124	5	0,04	0,234	1247
10 ago	45	4	0,089	0,432	176	8	0,045	0,281	1365
17 ago	65	12	0,185	0,479	133	17	0,128	0,365	1490
24 ago	106	20	0,189	0,562	90	13	0,144	0,456	1618
31 agoi	101	27	0,267	0,676	146	31	0,212	0,563	1744
07 sep	81	13	0,16	0,765	107	29	0,271	0,664	1864
14 sep	15	5	0,333	0,839	79	18	0,228	0,826	1977
21 sep	99	27	0,273	0,917	117	41	0,35	0,93	2075
28 sep	69	18	0,261	0,967	134	38	0,284	0,984	2154
05 oct	103	33	0,32	0,981	200	57	0,285	0,99	2167
13 oct	69	23	0,333	0,992	146	44	0,301	0,997	2178

N: número de individuos analizados.
GDA: en grados días acumulados.

c) Relación entre la proporción de adultos infectivos y la evolución del TSWV

Esta relación se explica satisfactoriamente para el conjunto de datos del ensayo, con la función logística (r^2= 0,947) y la función Gompertz (r^2= 0,948) (Figura 1). En la función logística se obtiene un valor para la asíntota superior (k) de 0,2971±0,0097, estimándose el punto de inflexión (b) en el 0,364±0,017 de la incidencia de la enfermedad, con una tasa de aumento (r) de 9,659±1,084 (Figura 1). El valor de asíntota superior estimado por la función Gompertz es ligeramente superior al de la función logística (k= 0,3188±0,015), el punto de inflexión (b) es de 0,3027 y la tasa de aumento (r) de 5,0995±0,6420.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los invernadero de control ecológico nos permiten concluir:

1. La evolución de la proporción de adultos transmisores de TSWV en la población está directamente relacionada con el aumento de la incidencia de la virosis dentro del invemadero. La expansión de la misma se produce a partir de los focos primarios, siendo de escasa importancia las inmigraciones procedentes del exterior. Por tanto otra medida a adoptar en los invernaderos con cultivos ecológicos sería el empleo de mallas en las aperturas de ventilación, que limitarían la inmigración de trips al cultivo (LACASA y col., 1994).
2. La población de adultos transmisores dentro de la población aumenta progresivamente alcanzando una asíntota superior alrededor del 30%, con una infectación que se aproxima al 100%.
3. La modelización de la evolución de la incidencia del TSWV en invemaderos ecológicos, nos marca como límite de la fase lineal el 7,5% de infectación, valor a partir del cual la enfermedad evoluciona de forma exponencial.

BIBLIOGRAFÍA

ARAMBURU, J.; RIUDAVETS, J.; ARNO, J.; LAVIÑA, A.; MORIONES, E. (1996). Rapid serological detection of tomato spotted wilt virus in individual thrips by squash-blot assay for use in epidemiological studies. Plant Pathology, 45.

BELDA, J.E.; CABELLO, T.; ORTIZ, J.; PASCUAL, F. (1992). Distribución de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thys.: Thripidae) en cultivo de pimiento bajo plástico en el sureste de España. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, 18: 237-252.

LACASA, A. (1990). Datos de taxonomía, biología y comportamiento de *Frankliniella occidentalis*. Phytoma, 6: 9-15.

LACASA, A.; CONTRERAS, J. (1993). Comportamiento de *Frankliniella occidentalis* en la transmisión del virus del bronceado del tomate: planteamientos para su control. Phytoma España, 50: 33-39.

LACASA, A.; CONTRERAS, J.; TORRES, J.; GONZALEZ, A.; MARTINEZ, M.C.; GARCIA, F.; HERNÁNDEZ, A. (1994). Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y el virus del bronceado del tomate (TSWV) en el pimiento. Bol. San. Veg. Plagas. 20: 561-580.

LACASA, A.; LLORENS, J.M. (1996). Trips y su control biológico (I). Alicante: Pisa Ediciones.

ROBB, K.L. (1989). Analysis of *Frankliniella occidentalis* Pergande as a pest of Floricultural Crops in California Greenhouses. Universidad de Califomia (Riverside).

SANCHEZ, J.A. (1998). Bases para el establecimiento de un programa de control integrado de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en pimiento en invernadero en el Sureste de España. Influencia de la temperatura sobre el potencial biótico de *Orius laevigatus* (Fieber) y *Orius albidipennis* (Reuter). E.T.S.I.A. Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia; 206 p.

SANCHEZ, J.A.; GARCIA, F.; LACASA, A.; GUTIERREZ, L.; ONCINA, M.; CONTRERAS, J.; GÓMEZ, J. (1997). Response of the Anthocorids *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* and the Phytoseid *Amblyseius cucumeris* for the control of *Frankliniella occidentalis* in commercial crops of sweet peppers in Murcia (Spain). Bulletin OILB SROP, 20: 177-185.

Statistical Graphics System. 7.0. Statgraphics. 1993.

VAN DE WENTERING, F.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. (1996). Tomato Spotted Wilt tospovirus ingestion by first instar larvae of *Frankliniella occidentalis* is a prerequisite for transmission. Phytopathology, 86: 900-905.

WIJKAMP, I.; ALMARZA, N.; GOLDBACH, R.; PETERS, D. (1995). Distinct levels of specificity in thrips transmission of Tospovirus. Phytopathology, 85: 1069-1074.

WIJKAMP, I.; PETERS, D. (1993). Determination of the Median latent period of two tospoviruses in *Frankliniella occidentalis*, using a novel leaf disk assay. Phytopathology, 83: 986-991.

Desinfección de semillas de tomate infectadas por el virus del mosaico del pepino dulce (PEPMV)

M.C. CÓRDOBA[1], C. JORDÁ[1]

[1] Instituto Agroforestal del Mediterráneo. Dpto. Ecosistemas Agroforestales. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n 46022, Valencia.

El virus del mosaico del pepino dulce, Pepino Mosaic Virus (PepMV), es un potexvirus originario de la zona costera de Perú, que naturalmente afecta únicamente al cultivo de pepino dulce (*Solanum muricatum*) (KOENIG y col., 1989). En enero de 1999 este virus se detecta por primera vez en Europa en invernaderos holandeses dedicados al cultivo de tomate. En septiembre del mismo año se detecta en Gran Bretaña en cultivos de tomate la misma sintomatología que en Holanda. En estos momentos el PepMV se ha diagnosticado en las principales zonas productoras de tomate del mundo (Holanda, Alemania, Francia, Reino Unido, Bélgica, Portugal, Italia, Estados Unidos, Canadá y Marruecos).

La forma de transmisión natural de esta virosis es por semilla, de forma mecánica y por los insectos polinizadores. De todas ellas, la transmisión mecánica, es decir, por contacto de planta a planta, roce con instrumentos, ropa o por las propias manos, es la más peligrosa y eficaz. Los insectos polinizadores realizan, así mismo, su transmisión mediante el rozamiento con las plantas en su visita a las flores. La importancia de la transmisión por semilla radica en que esta constituye el inóculo primario que ha permitido y permite, la extensión de la enfermedad a distintas zonas geográficas favorecida por la extremada facilidad de transmisión mecánica antes comentada. Es por tanto de gran interés en el control de la expansión de la virosis a nuevas zonas, el uso de semillas sanas por lo que debemos disponer de métodos eficaces de desinfección. El presente trabajo aborda el estudio comparativo de distintos metodologías al respecto, mostrándose los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

Influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo del síndrome del «False Broomrape»

M.C. CÓRDOBA[1], J. TELLO[2], C. JORDÁ[1]

[1] Instituto Agroforestal del Mediterráneo. Dpto Ecosistemas Agroforestales. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n 46022, Valencia.
[2] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. Cañada de San Urbano s/n 04120. Almería.

El término «False Broomrape» fue empleado por primera vez por Kelman y col., (1955) para describir la sintomatología de una nueva enfermedad aparecida en los campos de tabaco de Carolina del Norte (EE.UU.). Hasta ese momento, el síndrome se había relacionado con una infestación del campo por la planta parásita *Orobanche ramosa* L, en inglés *Broomrape*, de ahí el nombre del síndrome.

Los síntomas del desorden aparecen por debajo de la superficie del suelo, en las raíces de las plantas, y se caracterizan por la formación de tumoraciones de color blanco, forma variable y aspecto suculento, que pueden alcanzar un tamaño de 12 x 15 cm. Estos tumores aparecen en plantas de cualquier estadio vegetativo, y se localizan tanto en las raíces laterales como en la raíz principal e incluso en la parte del tallo que queda enterrada. Con el tiempo, estas masas de tejido diferencian las distintas estructuras y órganos de la planta y emergen a la superficie del terreno transformadas en plantas rudimentarias que presentan tallos retorcidos e inmaduros, con hojas verdes anormales y que pueden quedar raquíticas. Sin embargo, en ocasiones se desarrollan plantas normales, como rebrotes de la planta madre y que una vez separadas de la raíz sobre la que se desarrollaron dan lugar a plantas normales de tabaco (JENKINS y col., 1973). La hoja de plantas afectadas es rechazada en industria ya que presenta una coloración poco uniforme y da una escasa calidad al producto elaborado. Síntomas parecidos se han detectado en cultivos como col (*Brassica oleracea L.*) y batata (*Ipomea batatas* Lam.) (LUCAS, 1991).

El agente causal de esta sintomatología se determina como *Rhodococcus fascians*, bacteria fitopatógena Gram + que raramente da lugar a epidemias severas, pero que en bulbos, ornamentales y cultivos de invernadero ocasiona serios problemas. El presente trabajo recoge el estudio y evaluación de la influencia de las condiciones climáticas y culturales en la aparición del síndrome.

Bacteriosis producidas por *Pseudomonas* en alubia de León

Y. DÍAZ[1,2], B. REINOSO[1], A.J. GONZÁLEZ[2]

[1] Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Ctra. de Circunvalación s/n, 24071, León.
[2] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Ctra. de Oviedo s/n, 33300, Villaviciosa, Asturias.

RESUMEN

Se muestrearon diez explotaciones de alubia en la provincia de León, en nueve de ellas se detectó la presencia de «grasa de la judía» y en una la presencia de «mancha parda de la judía». Las semillas de esas explotaciones portaban en un 60% de los casos la bacteria productora de la grasa mientras que en la semilla de la única en la que había mancha parda no se encontró la bacteria causante de la misma.

Es de reseñar que el 85,7% de las cepas de *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* daban positivo en la prueba de asimilación de manitol que es el resultado contrario al esperado. Todas ellas fueron reconocidas por el suero policlonal específico cuando se aplicó la técnica ELISA-DASI.

Respecto a la metodología de análisis de semillas, el mejor resultado se obtuvo con el método clásico de remojo y siembra frente al BIO-PCR.

INTRODUCCIÓN

La judía común (*Phaseolus vulgaris* L.) llegó a España probablemente poco tiempo después del descubrimiento de América. La primera noticia que hay sobre la existencia de la judía común en la provincia de León, la ofrece el Catastro en sus Comprobaciones de 1761.

Si se analiza la situación del cultivo en España, se observa que la superficie ha ido disminuyendo progresivamente, pasando de cultivar más de 250.000 hectáreas en los años 50 a menos de 50.000 ha en la actualidad. En relación con las producciones, se puede decir que se mantienen hasta los años 70 con algo más de 100.000 tm anuales; a partir de estos años se produce una reducción progresiva hasta aproximarse a las 25.000 tm. Tradicionalmente hemos sido un país deficitario, en el que al mismo tiempo que disminuía la extensión del cultivo, ha habido una tendencia a aumentar las importaciones de judía de grano, procedentes mayoritariamente de Argentina, EE.UU. y Chile (REINOSO, 2001)

En España, Castilla y León ocupa el primer lugar en la producción de judía de grano en regadío, destacando por la calidad de sus productos zonas como El Barco de Ávila en donde se

cultivan pequeñas parcelas de variedades como Riñón, Arrocina, Blanca Redonda y Morada; y León con 4000 ha de cultivo de diversas variedades: Arrocina, Pinta, Palmeña, Riñón, Granjilla o Semifabada, Planchada, Plancheta, Canela, Blanca Redonda o Manteca, etc. (BOTO y REINOSO, 1993; CASQUERO y col., 2000).

Otras zonas con importante cultivo de judía serían: Galicia, con una producción de más del 30% de la judía seca que se cosecha en España (MAPA, 1999), Asturias, en la que la Faba tipo Granja Asturiana constituye uno de los productos agroalimentarios de calidad más tradicionales, el País Vasco con las variedades Tolosana, Guernikesa y Pinta Alavesa y Cataluña con la Ganxet (CASQUERO y col., 2000).

La provincia de León posee una superficie dedicada a este cultivo que representa el 60% del total de la Comunidad de Castilla y León. El cultivo de la judía grano en la provincia de León alcanzó un máximo entre los años 1975 y 1976 con una extensión de 22.000 ha (40.000 tm). A partir de dicho año, su superficie ha ido descendiendo progresivamente, pasando a ocupar unas 3000 ha con una producción en torno a las 5000 tm (CASQUERO y col., 2000).

El cultivo de la judía puede verse afectado por numerosas enfermedades producidas tanto por hongos como por bacterias y virus. Entre las bacteriosis de la judía está bien referenciada la conocida como «grasa» producida por la bacteria actualmente denominada *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (Burkh.) Gardan *et al.* (antes *P. syringae* pv. *phaseolicola*) cuya primera cita en España (RODRÍGUEZ SARDIÑA, 1939) coincide con la primera en Castilla y León puesto que fue encontrada en muestras de Burgos, León y Huesca. Otras bacterias fitopatógenas que se asocian frecuentemente a la judía son: *P. syringae* pv. *syringae* van Hall agente causal de la mancha parda de la judía y *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Vauterin *et al.* agente causal de la quema bacteriana. Dentro del género *Curtobacterium*, *Curtobacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens* (Hedges) Collins y Jones que produce la marchitez bacteriana de la judía, y del que España es zona exenta.

En este trabajo nos planteamos conocer las bacterias fitopatógenas del género *Pseudomonas* presentes en el cultivo de la alubia de León durante el cultivo 2001.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal analizado procedía de muestras recogidas en diferentes explotaciones de la provincia de León en las cuales ya había una sospecha previa de la existencia de bacteriosis en el cultivo.

Se analizaron muestras de planta de once explotaciones y diez de semillas recogidas en las mismas. Las muestras 1 y 2 de planta procedían de la misma finca, siendo analizada una única muestra de semilla.

En la Tabla I se cita la variedad y procedencia de las muestras analizadas. A excepción de las muestras 1 y 2 que llegaron al Laboratorio de Fitopatología del SERIDA para su análisis micológico, todas las demás muestras presentaban manchas típicas de grasa en sus vainas y algunas tenían además otros síntomas como son manchas de aspecto grasiento pequeñas e irregulares y puntos necróticos de color marrón. La semilla frecuentemente presentaba arrugamientos y manchas amarillentas en las variedades blancas y rotura de color en las coloreadas.

Tabla I. Características de las muestras analizadas

Nº muestra	Variedad	Procedencia
1- 2	Riñón	Antoñanes del Páramo
3	Riñón menudo	Villar de Mazarife
4	Canela	Villar de Mazarife
5	Blanca larga	S. Cristóbal de la Polantera
6	Morada redonda	La Mata
7	Morada larga	Villagarcía de la Vega
8	Redonda roja	Posadilla de la Vega
9	Negra tolosana	S. Cristóbal de la Polantera
10	Canela	Algadefe
11	Manto de la virgen	Bustillo del Páramo

Para el aislamiento a partir de muestras de hojas, vainas y tallos se siguieron los procedimientos habituales de dislaceración de tejidos y siembra en medio King B (KB) (KING y col., 1954). En el caso del análisis de muestras de semillas se siguió un protocolo descrito por Jansing y Rudolph (1990) con modificaciones (GONZÁLEZ, 2000) basado en el remojo de las semillas y su posterior siembra en medio general KB y semiselectivo MSP (MOHAN y SCHAAD, 1987). Como prueba indirecta alternativa en el análisis de semilla, se uso la técnica BIO-PCR (SCHAAD y col., 1995) que consiste en aplicar una PCR anidada al líquido de remojo de semillas, combinando así una fase de crecimiento en placa con una detección genética. Los reactivos y condiciones de la PCR-anidada se describen en González y col. (2002). Los resultados se visualizaron en geles de agarosa al 1,5% (MEYERS y col., 1976) teñidos con bromuro de etidio.

La identificación bioquímica de las cepas aisladas, que correspondían a pseudomonas fluorescentes, se realizó mediante las pruebas LOPAT (LELLIOTT y col., 1966) complementadas con el test de oxidación/fermentación de Hugh-Leifson (HUGH y LEIFSON, 1953). Para la diferenciación entre *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* y *P. syringae* pv. *syringae*, se utilizaron las pruebas de hidrólisis de la esculina y la gelatina y producción de ácido a partir de alcoholes derivados de azúcares: manitol, eritritol, m-inositol y sorbitol. (LELLIOTT y STEAD, 1987; GONZÁLEZ, 2000).

Se utilizó también una metodología indirecta como es el ELISA (Enzime-Linked Inmunosorbent Assay) aplicada a los cultivos bacterianos. Concretamente se realizó el ELISA-DASI (doble sándwich indirecto), utilizando suero policlonal para *P. s.* pv. *phaseolicola* siguiendo para ello el protocolo recomendado por la casa comercial (Loewe, Alemania).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En nueve de las diez explotaciones muestreadas se determinó la existencia de grasa de la judía. De las 11 muestras de planta analizadas, se obtuvieron 25 aislamientos de los cuales 18 se identificaron como *P. s.* pv. *phaseolicola* y uno de ellos, correspondiente a la muestra dos, como *P. s.* pv. *syringae*. Tanto en esta muestra como en la uno se aislaron seis bacterias pertenecientes a un tipo bacteriano diferente que se encuentra en estudio desde 1999 en el Laboratorio de Fitopatología del SERIDA y del que se confirmará su identificación mediante técnicas de secuenciación de ADN. *P. s.* pv. *syringae*, que es un patógeno endémico en cultivos de judía tipo gran-

ja asturiana en el Principado de Asturias, se ha encontrado en una pequeña proporción respecto a la grasa en el presente trabajo. Este resultado coincide con los obtenidos en trabajos anteriores llevados a cabo en el Laboratorio de Fitopatología del SERIDA en 1995, en los que se encontró que de 85 muestras vegetales procedentes de Castilla y León, se aisló *P. s.* pv. *syringae* en cuatro de ellas lo que supone un 3,4%, frente a 28 muestras en las que se aisló *P. s.* pv. *phaseolicola* lo que supone el 23,8%. Puesto que *P. s.* pv. *syringae* tiene un amplio rango de huésped y está descrito que no todas las cepas infectan a todos los huéspedes posibles (SMITH y col., 1992) cabe pensar que los escasos aislamientos de esta bacteria encontrados podrían corresponder a biota epífita y, por tanto, sería necesario comprobar que se cumplen los postulados de Koch para conocer el posible poder patógeno de dichos aislados sobre la judía común.

Por otro lado, no se descarta la presencia de otras bacterias que afectan al cultivo de las que se informará en cuanto terminen los trabajos de caracterización molecular, que se están realizando.

En 6 muestras de semillas se recuperó la misma especie presente en la planta, de ellas se obtuvieron 10 aislamientos todos ellos correspondientes a *P. s.* pv. *phaseolicola*. Por tanto, una primera medida de control, sería no utilizar como simiente la semilla procedente de zonas infectadas. Tanto *P. s.* pv. *syringae* como los aislamientos del nuevo tipo bacteriano no se recuperaron de las semillas de la única muestra en la que estaban presentes, a pesar de que está descrito que *P. s.* pv. *syringae* se transmite por semilla en judía (HARRINTON y FREEMAN, 1965).

Respecto al aislamiento de las cepas, tres de ellas, recogidas a partir de las muestras uno y dos, se obtuvieron de la siembra directa de partes afectadas en medio PDA realizada para determinar los hongos fitopatógenos presentes en la muestra. El resto de cepas se obtuvieron a partir de siembras en medio KB, previa dislaceración de tejidos. Por otra parte, diez cepas se aislaron a partir de la dislaceración de tejidos con manchas de grasa típicas, mientras que otras tres cepas se obtuvieron de manchas grasas irregulares y además, también se aislaron cinco cepas de la dislaceración de zonas con punteado marrón. Todas ellas se identificaron como *P. s.* pv. *phaseolicola*. En las muestras uno y dos no se identificó la bacteria causante de la grasa, lo que coincide con la ausencia de síntomas de esta enfermedad en las muestras mencionadas.

Las características de todos aislamientos obtenidos quedan reflejadas en la Tabla II. Como podemos ver en esta Tabla, de los 28 aislamientos correspondientes a *P. s.* pv. *phaseolicola*, solamente cuatro son manitol negativo como era de esperar. Se sabe que el manitol es la menos fiable de las pruebas de asimilación de alcoholes derivados de azúcares, sin embargo, la proporción de cepas manitol + encontrada en este trabajo es inusualmente alta (85,7%) respecto a lo descrito en otras zonas, así por ejemplo en el muestreo antes mencionado de 1995 se encontraron dos cepas manitol + procedentes de muestras de León y Soria (GONZÁLEZ y col. 2000).

Además, todos los aislamientos fueron negativos en las pruebas de la oxidasa y la arginina, positivos en la prueba del tabaco y oxidativos en el test de oxidación-fermentación de Hugh y Leifson.

Respecto a la prueba ELISA, una vez optimizada la cantidad de inóculo a utilizar en el ensayo, se obtuvo un resultado que coincide con el esperado, siendo las bacterias identificadas como *P. s.* pv. *phaseolicola* reconocidas por el suero y negativas el resto. Sin embargo, hay que reseñar que no hemos utilizado esta técnica directamente sobre las muestras vegetales sino sobre los cultivos de los aislamientos bacterianos. En trabajos previos se ha visto que sobre muestras vegetales es menos fiable puesto que no siempre que se ha obtenido un resultado positivo se ha podido confirmar por métodos clásicos la presencia de la bacteria y, por tanto, habría que considerar que se obtienen falsos positivos (GONZÁLEZ, 2000).

Tabla II. Características de los aislamientos

Muestra/ Tipo	Nº aislamiento	L	P	Esc	Gel	Man	Sor	Erit	M–ino	ELISA–DASI
1/planta	L1	+	V	+	+	+	+	+	+	–
1/planta	L2	–	–	+	+	+	+	+	+	–
2/planta	L3	+	+	+	+	+	+	+	+	–
2/planta	L4	–	–	+	+	+	+	+	+	–
2/planta	L5	+	+	+	+	+	+	+	+	–
2/planta	L6	+	–	+	+	+	+	+	+	–
2/planta	L7	+	+/–	+	+	+	+	+	+	–
3/planta	L8	+	–	–	–	+	–	–	–	+
3/planta	L9	+	–	–	–	+	–	–	–	+
3/planta	L10	+	–	–	–	+	–	–	–	+
4/planta	L11	+	–	–	–	+	–	–	–	+
4/planta	L12	+	–	–	–	+	–	–	–	+
5/planta	L13	+	–	–	–	+	–	–	–	+
5/planta	L14	+	–	–	–	+	–	–	–	+
5/planta	L15	+	–	–	–	+	–	–	–	+
6/planta	L16	+	–	–	–	–	–	–	–	+
6/planta	L17	+	–	–	–	+	–	–	–	+
6/planta	L18	+	–	–	–	+	–	–	–	+
7/planta	L19	+	–	–	–	+	–	–	–	+
8/planta	L20	+	–	–	–	+	–	–	–	+
9/planta	L21	+	–	–	–	+	–	–	–	+
10/planta	L22	+	–	–	–	+	–	–	–	+
10/planta	L23	+	–	–	–	+	–	–	–	+
11/planta	L24	+	–	–	–	+	–	–	–	+
11/planta	L25	+	–	–	–	+	–	–	–	+
7/semilla	L26	+	–	–	–	+	–	–	–	+
3/semilla	L27	+	–	–	–	+	–	–	–	+
11/semilla	L28	+	–	–	–	–	–	–	–	+
4/semilla	L29	+	–	–	–	+	–	–	–	+
4/semilla	L30	+	–	–	–	+	–	–	–	+
10/semilla	L31	+	–	–	–	+	–	–	–	+
6/semilla	L32	+	–	–	–	+	–	–	–	+
6/semilla	L33	+	–	–	–	–	–	–	–	+
6/semilla	L34	+	–	–	–	–	–	–	–	+
6/semilla	L35	+	–	–	–	+	–	–	–	+

L=Levano; P=Patata; Esc=Esculina; Gel=Gelatina; Man=Manitol; Sor=Sorbitol; Erit=Eritritol; M–ino=M–Inositol; V=Variable

Respecto al método de análisis de la semilla, el que mejores resultados ha dado es el de remojo, lo que coincide con otros trabajos realizados previamente (GONZÁLEZ y FERREIRA, 2002), frente al BIO-PCR que ha dado resultados de difícil interpretación. En dos casos se pudieron aislar las bacterias en el medio MSP y no en KB lo que justifica la utilización del medio semiselectivo y asimismo coincide con resultados anteriores (GONZALÉZ y FERREIRA, 2002).

Aplicando la técnica BIO-PCR, los resultados se correspondieron con los esperados (presencia de *P. s.* pv. *phaseolicola*) en la muestra seis (Figura 1), mientras que en el resto de las muestras no fueron suficientemente concluyentes, obteniéndose en algún caso la banda de amplificación esperada sólo en alguna de las cuatro repeticiones realizadas y no en las demás. También

podría influir en este resultado el hecho de que las muestras estaban, en general, muy contaminadas, lo cual sería un inconveniente a la aplicación del método según los propios autores del mismo. En cualquier caso, sería necesario seguir trabajando para optimizar los resultados.

En cambio, en la identificación de las bacterias los métodos clásicos han tenido problemas para poder asignar especie a todos los aislamientos, teniendo que recurrir a técnicas de biología molecular, puesto que las nuevas herramientas nos permiten realizar un trabajo más fiable, al recurrir directamente al ADN y conocer mejor las especies y las relaciones filogenéticas entre ellas.

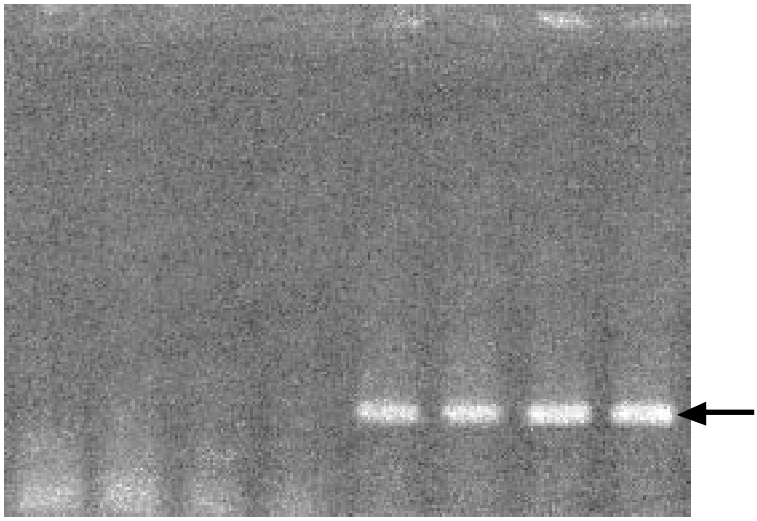


Figura 1. *Resultados de BIO-PCR. Las cuatro primeras calles corresponden a una muestra negativa y las cuatro si - guientes a la muestra nº seis, que resultó positiva*

BIBLIOGRAFÍA

BOTO, J.A.; REINOSO, B. (1993). Cultivo de la alubia en la provincia de León. Gabinete de Agricultura y Ganadería. Excma Diputación Provincial de León, León, España.

CASQUERO, P.A.; VALENCIANO, J.B.; REINOSO, B.; BOTO, J.A. (2000). Distribución de la superficie de las principales variedades locales de alubia cultivadas en la Provincia de León. II Seminario de la Judía de la Península Ibérica. Villaviciosa (Asturias), septiembre 2000.

GONZÁLEZ, A.J. (2000). Microbiota patógena en semilla de judía tipo granja asturiana. Obtención de semilla saneada. Tesis Doctoral Universidad de Oviedo.

GONZÁLEZ, A.J.; FERREIRA, J.J. (2002). Análisis comparativo de muestras de semilla de judía para presencia de *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* mediante BIO-PCR frente a un método de remojo y aislamiento. XI Congreso Nacional de la Sociedad Española de Fitopatología. Almería, octubre de 2002.

GONZÁLEZ, A.J.; LANDERAS, E.; MENDOZA, M.C. (2000). Pathovars of *Pseudomonas syringae* Causing Bacterial Brown Spot and Halo Blight in *Phaseolus vulgaris* L. Are Distinguishable by Ribotyping. Appl. Environ. Microbiol. **66** (2): 850-854.

GONZÁLEZ, A.J.; ORDAX, M.; MENDOZA, M.C. (2002). Evaluación de los iniciadores del método BIO-PCR para aislamientos fitopatógenos de *Pseudomonas* aislados de judía común. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas **28** (en prensa).

HARRINTON, D.E.; FREEMAN, M. (1965). Bacterial brown spot (*Pseudomonas syringae*) of French bean. J. Agric. Victoria Dep. Agric. **63**: 523-526.

HUGH, R.; LEIFSON, E. (1953). The taxonomic significance of fermentative versus oxidative metabolismo of carbohydrates by various Gram-negative bacteria. J. Bacteriol. **66**: 24-26.

JANSING, H.; RUDOLPH, K. (1990). A sensitive and quick teste for determination of bean seed infestation by *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Zetschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzeschutz. **97 (1)**:42-55.

KING, E.O.; WARD, M.K.; Raney, D.E. (1954). Two simple media for the demostration of pyocyanin and fluorescein. J. Lab. Med. **44**:301-307.

LELLIOTT, R.A.; BILLING, E.; HAYWARD, A.C. (1966). A determinative scheme for fluorescent plant pathogenic bacteria. Journal of Applied Bacteriology **29**: 470-478.

LELLIOTT, R.A.; STEAD, D.E. (1987). Methods for the diagnosis of bacteria diseases of plants. Methods in plant pathology. Vol. **2**, 216 pp. Eds series T.F. Preece Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne.

M.A.P.A. (1999). Anuario de Estadística Agroalimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MEYERS, J.A.; SÁNCHEZ, D.; ELWELL, L.P.; FALKOW, S. (1976). Simple agarose gel electrophoretic method for the identificacion and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid. J. Bacteriol. **127**: 1.529-1.537.

MOHAN, S.K.; SCHAAD.N.W. (1987). An improved agar planting assay for detecting *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and *P. s.* Pv. *phaseolicola* in contaminated bean seed. Phytopathology **77**:1.390-1.395.

REINOSO B., 2001. Prospección, caracterización y evaluación de variedades locales de judía grano (*Phaseolus vulgaris* L.) de la provincia de León. Tesis Doctoral Universidad de León.

RODRÍGUEZ SARDIÑA, J. (1939). La grasa de las judías (debida a *Bacterium medicaginis* var. *phaseolicola*) en España. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola **8**: 231-264.

SCHAAD, N.W.; CHEONG, S.S.; TAMAKI, S.; HATZILOUKAS, E.; PANOPOULOS, N.J. (1995). A combined biological and enzymatic amplification (BIO-PCR) technique to detect *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in bean seed extracts. *Phytopathology* **85**: 243-248.

SMITH, I.M.; DUNEZ, J.; PHILLIPS, D.M., LELLIOTT, R.A.; ARCHE, S.A. (Eds.) (1992). Manual de enfermedades. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 671 pp.

Efecto de los extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados sobre oídio de las cucurbitáceas *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer

J. SINOBAS[1], C. IGLESIAS[1], F. GEA[2], J.C. TELLO[3]

[1] Dpto. de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. EUITA. Universidad Politécnica de Madrid. jsinobas@agricolas.upm.es
[2] Centro de Investigación, Exp. y Servicios del Champiñón (CIES) Quintanar del Rey. Cuenca.
[3] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería.

RESUMEN

En este trabajo se han ensayado varios extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados sobre cotiledones de pepino «in vitro» para estudiar sus efectos sobre la germinación de conidias de *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer.

Los extractos acuosos obtenidos de compost alperujo con cascarilla de arroz-agua en relación 1:4 (p/v) extraídos a 1 día de incubación, reducían la germinación de los conidios un 34% con relación al testigo inoculado con agua destilada. Las incubaciones durante 7 y 14 días son menos efectivas. Cuando la relación compost-agua es 1:8 (p/v), la germinación de conidios se reduce el 23% y la incubación más eficaz es 14 días.

En ensayos con compost de residuos de champiñonera turba-agua en relación 1:4 (p/v) y 14 días de incubación, la germinación se reduce un 34% con relación al testigo, y cuando la relación es 1:8 (p/v) y 14 días de incubación, la germinación de conidios se reduce al 40% con relación al testigo. En ambos casos, incubaciones durante 1 y 7 días son menos efectivas. Estos resultados parecen bastante prometedores y sugieren la posibilidad de utilizar los extractos acuosos de compost como agentes de control biológico del oídio de las cucurbitáceas.

INTRODUCCIÓN

La cenicilla u oídio de las cucurbitáceas causado fundamentalmente por *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer es una de las enfermedades con mayor incidencia en cultivo tradicional y de forma especial en cultivos ecológicos. En agricultura ecológica se ha recurrido tradicionalmente al azufre por su actividad fungicida para el control del oídio, aunque últimamente se han sugerido los métodos de biocontrol para reemplazar a dicho fungicida.

En la última década se han publicado varios ensayos en los que ese han utilizado los extractos acuosos de estiércoles o residuos agroindustriales compostados, con resultados prometedores en

el control de enfermedades foliares (SAMERSKI, 1989; WEKTZIEN y KETTERES, 1986; WELTZIEN, 1991; YOHALEM y col., 1994; ELAD y SHTIEMBERG, 1994; YOHALEM y col., 1996). El objetivo del trabajo que presentamos era estudiar el efecto de los extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados sobre la germinación de conidias en cultivo «in vitro» de cotiledones de pepino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Producción del extracto

En este trabajo se han utilizado dos tipos de composts: alperujo con cascarilla de arroz y residuos de champiñónera con turba. Los extractos acuosos de compost se obtenían del filtrado de la mezcla de los composts y agua destilada en relaciones 1:4 y 1:8 (p/v) que se había incubado en cámara a 20ºC durante 1, 7 y 14 días, agitado una vez cada dos días.

Producción del inóculo

El inóculo se recogió en el mes de agosto de los melonares de Villaconejos (Madrid), se identificó como *Sphaerotheca fusca* y con hospedantes diferenciales, se determinó que los tres aislados utilizados en este trabajo (denominados 1, 3 y 10) correspondía al patotipo 2. Estos tres aislados se multiplicaron «in vitro» sobre cotiledones de pepino cv. mustang colocados sobre medio Bertrand (1991).

Aplicación del extracto e inóculo

Los extractos acuosos se aplicaban con un pulverizador manual mediante una pulverización por cotiledón. Posteriormente se aplicaba el inóculo mediante soplado con pipeta Pasteur estéril de cotiledones con oídio desarrollado en 48 horas. Se incubaba durante 48 h en estufa a 25ºC (GUTIÉRREZ y SINOBAS, 1997) y posteriormente y con ayuda del microscopio 10x, se contaba el porcentaje de conidias germinadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los extractos acuosos obtenidos de compost alperujo con cascarilla-agua en relación 1:4 (p/v) extraídos a 1 día de incubación, reducían la germinación de conidias un 34% con relación al testigo inoculado con agua destilada (Fig. 1). Estas diferencias se han obtenido considerando la media de los tres aislados; en todas ellas se observa diferencia altamente significativa ($p<0,001$). Cuando la extracción se efectúa a los 7 días, el porcentaje de germinación de conidias se reduce el 24% con relación al testigo y diferencias altamente significativas. Sin embargo, cuando la extracción se realiza a los 14 díasde incubación, la germinación se reduce y ya no se observa significación con relación al aislado 1. Estos resultados nos indican que la extracción más efectiva se obtiene a 1 día de incubación.

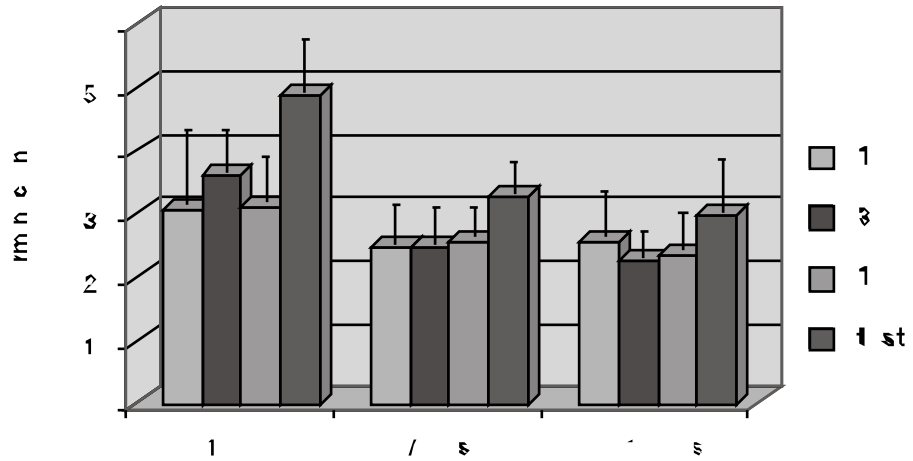


Figura 1. *Germinación de conidios (%) sobre cotiledones de pepino tratados con extractos acuosos de compost de al - perujo con cascarilla de arroz-agua concentración 1:4 (p/v) y extracción 1, 7 y 14 días*

Con el mismo compost-agua que el anterior pero en relación 1:8 (p/v) (Fig. 2), y extractos incubados 14 días, los porcentajes de germinación son un 23% inferiores al testigo. Cuando se aplican extractos de incubados de 1 y 7 días, la germinación se reduce al 20 y 17% respectivamente. Estos resultados nos indican que la extracción es más efectiva en incubado de 14 días.

En los ensayos realizados con extractos acuosos obtenidos de compost de residuos de champiñónera con turba-agua en relación 1:4 (p/v), los mejores resultados se obtienen con extracciones a 14 días de incubación (Fig. 3). Con estos extractos se reduce la germinación un 34% con relación al testigo y las diferencias son altamente significativas con cualquiera de los 3 aislados.

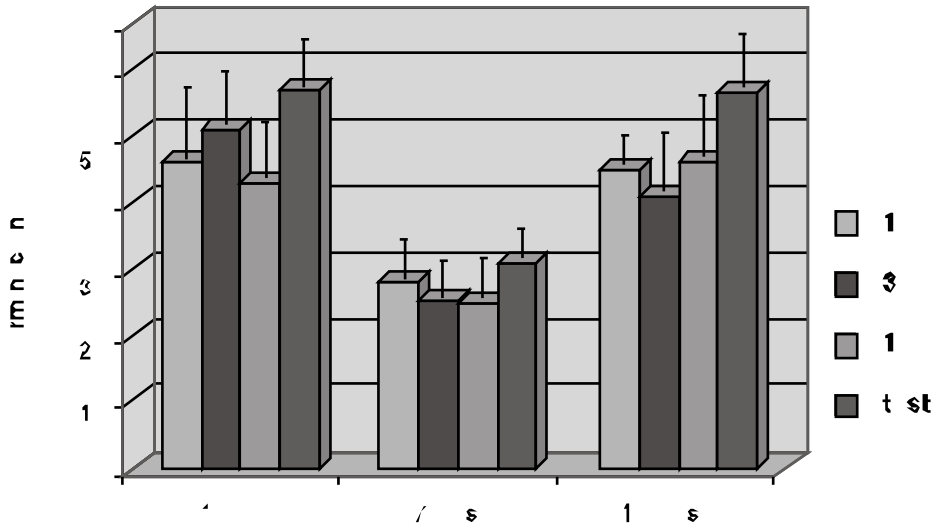


Figura 2. *Germinación de conidios (%) sobre cotiledones de pepino tratados con extractos acuosos de compost de al - perujo con cascarilla de arroz-agua concentración 1:8 (p/v) y extracción 1, 7 y 14 días*

Extractos obtenidos a 1 y 7 días de incubación, reducen la germinación en un 23 y 22% respectivamente. Para este compostado, la incubación durante 14 días es un 14% más efectiva que los otros dos, 1 y 7 días.

Repetidos los ensayos con compost de residuos de champiñonera y turba - agua en relación 1:8 (p/v), los mejores resultados se obtenían nuevamente en extracciones a 14 días de incubación (Fig. 4). Con estos extractos, la germinación se reduce en un 40% con relación al testigo y la diferencia es altamente significativa con los tres aislados. Las extracciones a 1 y 7 días reducen la germinación de conidias un 27 y 24% solamente, en el mejor de los casos, es un 13% menos efectivo que los extractos obtenidos a los 14 días. Comparados los efectos inhibitorios de la

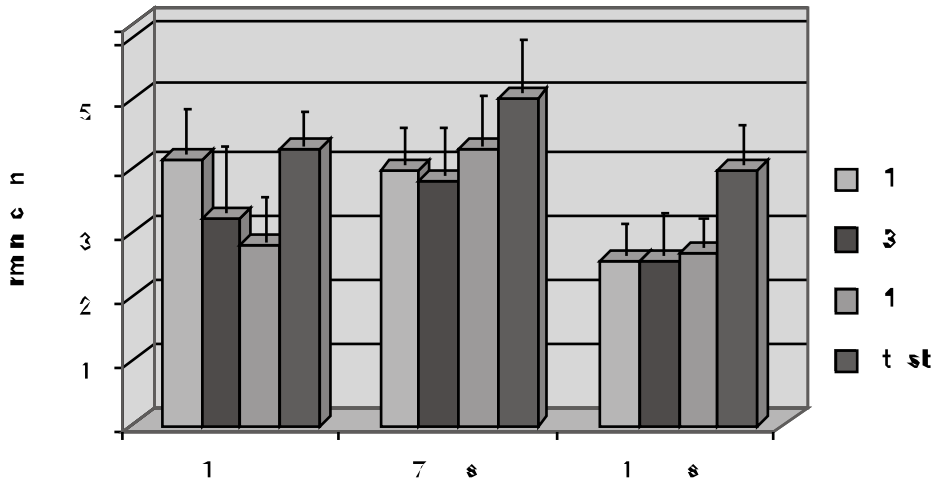


Figura 3. *Germinación de conidios (%) sobre cotiledones de pepino tratados con extractos acuosos de compost de champiñonera con turba-agua concentración 1:4 (p/v) y extracción 1, 7 y 14 días*

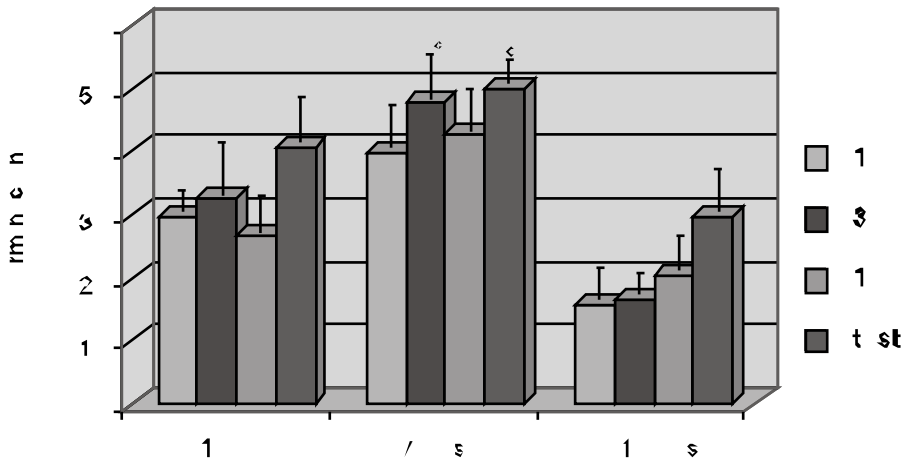


Figura 4. *Germinación de conidios (%) sobre cotiledones de pepino tratados con extractos acuosos de compost de champiñonera con turba-agua concentración 1:8 (p/v) y extracción 1, 7 y 14 días*

germinación de conidias con extractos obtenidos en relación 1:4 y 1:8 (p/v), los resultados son muy similares, aunque algo más efectivos cuando se obtienen en relación 1:8 (p/v).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo ponen de manifiesto que los extractos acuosos de residuos agroindustriales compostados, tienen propiedades inhibidoras de la germinación de conidias de oídio de las cucurbitáceas. Los ensayos realizados muestran que la efectividad de los mismos varían en algunos casos en función de la concentración y del periodo de extracción. Para el compost alperujo y cascarilla de arroz, el incubado en relación 1:4 (p/v) durante 1 día es el más efectivo. Cuando utilizamos extractos acuosos obtenidos de compost de residuos de champiñonera y turba, los resultados son muy parecidos en concentraciones 1:4 y 1:8 (p/v), en ambos casos, los mejores resultados se obtienen con incubados durante 14 días. Estos trabajos serán complementados con los ensayos que estamos realizando sobre los efectos sobre el desarrollo miceliar y sobre la esporulación.

BIBLIOGRAFÍA

BERTRAND, F. (1991). Les oidiums des cucurbitacées. Maintein en culture pure etude de leur variabilité et de la sensibilité chez le melon. These pág. 62.

ELAD, Y.; SHTIENBERG, D. (1994). Effect of Compost Water Extracts on Grey Mould (Botrytis cinerea). Crop Protection, 13: 109-114.

GUTIÉRREZ, A.; SINOBAS, J. (1997). Epidemiología del oídio en cucurbitáceas en la zona de Villa del Prado. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Madrid.

SAMERSKI, C. (1989). Untersuchungen zu wirkung und wirkungsmechanismen von kompostextrazten im pathosystemgurke (Cucumis sativus L.) - Echtergurken mehltava (Sphaerotheca fuliginea) (Schkechtendal ex. Fr.) Pollaci. Dissertation, University of Bonn.

WELTZIEN, H.C.; KETTERER, N. (1996). Control of Downy Mildew, Plasmopara viticoca (de Barg) Berlese et de Toni, on grapewine leaves through water extracts from composted organic wastes. Journal of Phytopathology, 116: 186-188.

WELTZIEN, H.C. (1991). Biocontrol of Foliar Fungal Disease with Compost Extracts. Pages 430-450 in: Microbial Ecology of Leaves. J.H. ANDREWS and S.S. HIRANO, eds. Springer-Verlag. New York.

YOHALEN, D.S.; HARRIS, R.F.; ANDREWS, J.H. (1994). Agulous Extracts of Spent Mushroom Substrate for Foliar Disease Control. Compost Science and Utilization, 2(4): 67-74.

YOHALEN, D.S.; NORDHEIM, E.U.; ANDREWS, J.M. (1996). The Effect of Water Extracts of Spend Mushroom Compost on Apple Scab in the Field. Phytopathology, 86: 914-922.

El injerto como forma de control de los patógenos en cultivos ecológicos de pimiento

C. ROS[1]; M.A. MARTÍNEZ[2]; A. LACASA[2]; M.M. GUERRERO[2]; P. GUIRAO[1]; M.C. MARTÍNEZ[2]; N. BARCELÓ[2]; J.A. LÓPEZ[3]

[1] Programa de Colaboración FECOAM- Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. c/ Caballero, 13. 30.003 Murcia.
[2] Protección de Cultivos. CIDA. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, c/ Mayor s/n. 30.150 La Alberca (Murcia).
[3] Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, c/ Serrano, 115 28.006 Madrid.

RESUMEN

En el Sureste español se cultivan unas 32 ha de pimiento en invernadero bajo normas de agricultura ecológica, siendo *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita* los principales patógenos del suelo. El control de ambos patógenos requiere de intervenciones en preplantación o la utilización de material vegetal con resistencias incorporadas. Las variedades comerciales de pimiento con resistencias a uno o a los dos patógenos no se ajustan a las características comerciales de las producciones de la zona, por lo que se ha ensayado el injerto como forma sostenible de paliar los efectos de los patógenos. En invernaderos comerciales y experimentales se ha estudiado el comportamiento frente a patógenos y productivo de 75 patrones. Más del 60% de los patrones ensayados presentaron aceptables y sostenibles niveles de resistencia a *P. capsici*. Más del 35% presentaron índices de nodulación por *M. incognita* bajos, similares a los obtenidos en suelos desinfectados con bromuro de metilo, siendo más reducido el número de los que tuvieron un porcentaje bajo de plantas infestadas. A pesar de ello, más de un 30% de los patrones proporcionaron producciones comerciales similares a las obtenidas en suelos desinfectados con bromuro de metilo (8,3 kg/m^2 del patrón C-58; 8,0 kg/m^2 del C-57; 8,2 kg/m^2 del C-30 y 8,9 kg/m^2 del bromuro de metilo). Al tercer año de reiterar el cultivo de plantas injertadas en el mismo suelo se produjo un aumento de la agresividad de las poblaciones de *M. incognita*, comprometiendo la sostenibilidad del comportamiento del injerto frente a nematodos, no ocurriendo lo mismo con *P. capsici*. Esto indica que el injerto se ha de utilizar de forma integrada (p.e. con biofumigación + solarización) en suelos altamente infestados de *M. incognita* para su aplicación en agricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

En la Región de Murcia, *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita* son los principales patógenos del suelo en los cultivos de pimiento realizados en invernadero (TELLO y LACASA,

1997). La «seca» o «tristeza» del pimiento, provocada por *P. capsici*, llega a resultar un factor limitante del cultivo en los suelos contaminados, si no se interviene contra el hongo en preplantación (TELLO, 1984) o se dispone de variedades resistentes (BARTUAL y col., 1993). En los últimos años se asiste a la intensificación de los ataques de *M. incognita* en aquellos invemaderos donde se cultiva pimiento con planteamientos de agricultura ecológica o de producción integrada (BELLO y col., 1997; LACASA y col., 1999).

Las variedades comerciales de pimiento con resistencia a los patógenos del suelo no se ajustan a las características comerciales de las producciones de primor de los invemaderos del Sureste (provincia de Murcia y sur de la de Alicante). El injerto sobre patrones vigorosos que presenten un buen comportamiento frente a *P. capsici* y/o *M. incognita* se plantea como una solución para los problemas que estos dos patógenos plantean en los cultivos de agricultura ecológica de esa zona, donde ocupan unas 32 ha.

En el presente trabajo se presentan los resultados de la evaluación del comportamiento frente a patógenos de suelo y productivo de más de 60 patrones de los 75 ensayados en diferentes campañas, en invernaderos con distintas características y problemáticas fitopatológicas de los suelos, y reiterando su utilización ininterrumpida en el mismo lugar.

MATERIAL Y METODOS

a) Evaluación del comportamiento de diferentes patrones

Los ensayos se han llevado a cabo en invemaderos comerciales y experimentales con diferentes características (Tabla I) en las campañas 1998-99, 1999-00 y 2000-01.

Tabla I. Características de los invernaderos

	B 98/99	A 99/00	B 99/00	E 99/00	B 00/01
Antigüedad del cultivo (años)	15	14	16	4	17
Presencia de *M. incognita*	sí	sí	sí	sí	sí
Presencia de *P. capsici*	sí	sí	sí	no	sí
Variedad cultivada	Orlando	Capino	Orlando	Lido	Orlando

Se han ensayado los patrones C-1 a C-70 proporcionados por la empresa Ramiro Arnedo S.A., NUN 9453 y NUN 9498 proporcionados por la empresa Nunhems S.A., GUJT4 procedente de Guatemala y M1 a M4 procedentes de Méjico. La mayor parte de los patrones proporcionados por las empresas son híbridos, los otros son selecciones.

Las plantas injertadas se pusieron en suelos no desinfectados. Los patrones ensayados en cada campaña se indican en las tablas de resultados. (Tablas II, III y IV). Se evaluó el comportamiento frente a *M. incognita* y *P. capsici* de todos los patrones y sólo de los que se dispusieron suficientes plantas fueron evaluadas sus capacidades vegetativas y la producción.

Tabla II. Resultados de los ensayos realizados en la campaña 98/99 (Invernadero B)

	% plantas *M. incognita*	Indice de nodulación	% plantas *P. capsici*	Altura plantas (cm)	Producción comercial (kg/m²)
MB 98:2	11,1 a	0,1 a	0,0	159	8,2 a
C-1	90,5 c	3,0 c	2,3	128	6,3 c
C-2	70,7 c	2,1 b	0,0	114	7,1 b
C-3	58,5 b	2,0 b	2,0	122	7,0 b
C-4	92,3	2,5	4,2	112	n.e.
C-5	60,0	1,5	0,0	131	n.e.
C-8	75,0	1,9	0,0	115	n.e.
C-11	69,2	3,0	0,0	123	n.e.
C-12	68,4	2,8	11,5	127	n.e.
C-13	86,7	3,0	9,5	91	n.e.
C-14	100,0	3,0	0,0	106	n.e.
C-16	100,0	3,0	3,4	115	n.e.
C-18	70,0	3,1	0,0	109	n.e.
C-21	10,0	0,1	0,0	111	n.e.
C-22	88,9	3,9	0,0	131	n.e.
C-23	20,0	0,2	0,0	128	n.e.

Medias de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0,05)
Test LSD.

En cada invernadero donde se realizaron evaluaciones de producción los ensayos se diseñaron en bloques al azar, con tres repeticiones por patrón, teniendo como referencia comparativa el suelo desinfectado con bromuro de metilo (BM) (98:2) a 60 g/m² bajo plástico de PE de 200 galgas y/o un testigo no desinfectado cultivados de la variedad no injertada.

En todos los ensayos se midieron los siguientes parámetros: porcentaje de plantas infestadas por *M. incognita*, el índice de nodulación de *M. incognita* de acuerdo a la escala (0-10) establecida por Bridge y Page (1980), el porcentaje de plantas muertas por *P. capsici*, la altura de las plantas y la producción comercial (kg/m²), según las categorías establecidas para cada tipo de variedad.

b) Reiteración del patrón en el mismo suelo

El ensayo se llevó a cabo en el invemadero B en suelo no desinfectado. Las plantas injertadas sobre los patrones indicados en la Tabla V, se cultivaron en el mismo suelo en las campañas 99/00 y 00/01. El diseño de los ensayos fue de bloques al azar con tres repeticiones por patrón, teniendo como referencia el suelo desinfectado con BM (98:2) a 60 g/m² con PE de 200 galgas cultivado de la variedad Orlando sin injertar.

Los parámetros medidos para evaluar el efecto de la reiteración fueron los mismos que en los ensayos del apartado a).

Tabla III. Resultados de los ensayos de la campaña 99/00

	% plantas *M. incognita*	Indice de nodulación	% plantas *P. capsici*	Altura plantas (cm)	Producción comercial (kg/m²)
INV A					
MB 98:2	6,7 a	0,1 a	19,6 b	89,2 a	6,0
C-2	87,8 b	4,5 b	2,3 a	68,2 bc	4,2
C-25	4,0 a	0,2 a	0,0 a	76,8 b	4,8
C-39	0,0 (*)	0,0 (*)	0,0 a	78,2 ab	n.e.
C-41	9,1 (*)	0,1 (*)	1,9 a	73,6 b	n.e.
Control	55,6 b	2,5 b	56,2 c	58,0 c	3,1
INV B					
MB 98:2	5,6 a	0,2 a	0,8 a	36,2 a	7,0 a
C-2	60,0 c	2,2 c	9,4 b	120,7 ab	4,5 c
C-26	40,0 b	1,6 b	0,5 a	109,3 b	n,e,
C-27	36,8 b	1,0 b	0,0 a	113,9 b	5,4 b
C-28	57,9 c	1,3 b	0,0 a	119,9 ab	5,9 b
C-29	12,5 a	0,4 a	1,6 a	107,5 bc	5,8 b
C-30	20,0 a	0,4 a	0,0 a	139,0 a	n.e.
C-32	52,6 cb	1,4 b	0,0 a	118,0 ab	n.e.
C-33	100,0 b	6,2 e	0,0 a	91,6 c	n.e.
C-35	43,2 b	1,6 b	39,6 c	95,6 c	n.e.
C-36	72,7 cd	2,0 bc	0,0 a	107,0 bc	n.e.
C-37	20,0 a	0,5 a	0,0 a	115,6 b	n.e.
C-38	92,3 b	3,3 c	1,6 a	118,6 ab	n.e.
C-40	25,0 a	0,3 a	0,0 a	n.e.	n.e.
C-43	20,0 a	0,3 a	0,0 a	141,0 a	n.e.
C-45	58,3 c	0,7 a	1,8 a	106,6 b	n.e.
C-46	80.0 e	2,9 c	0,0 a	n.e.	n.e.
Control	83,3 d	4,5 d	68,2 d	82,3 d	1,8
INV E					
MB 98:2	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	9,2 a
C-2	57,5 b	1,7 b	No *P. capsici*	n.e.	8,0 b
C-21	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	7,2 c
C-23	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	n.e.
C-24	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	8,0 b
C-25	10,0 c	0,3 a	No *P. capsici*	n.e.	7,6 c
C-28	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	8,3 b
C-29	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	9,0 a
C-30	0,0 a	0,0 a	No *P. capsici*	n.e.	9,4 a
Control	56,4 b	1,1 b	No *P. capsici*	n.e.	8,0 b

Medias de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0,05)
Test LSD.

Tabla IV. Resultados de los ensayos de la campaña 00/01

	% plantas *M. incognita*	Indice de nodulación	% plantas *P. capsici*	Altura plantas (cm)	Producción comercial (kg/m²)
MB 98:2	20,0	0,63	1,2	99,8	8,8
C-50	60,0	0,6	0,0	60,0	4,1
C-51	100,0	3,0	0,0	63,7	6,4
C-52	100,0	3,5	40,0	58,3	6,1
C-53	100,0	3,0	0,0	70,3	5,0
C-54	80,0	2,0	0,0	60,3	4,9
C-55	100,0	3,8	15,8	56,0	5,7
C-56	60,0	0,6	0,0	46,7	6,0
C-57	40,0	0,4	4,0	54,3	8,0
C-58	100,0	1,8	0,0	57,3	8,4
C-59	100,0	4,6	0,0	57,3	6,4
C-60	100,0	7,0	7,7	56,3	6,2
C-61	100,0	6,4	0,0	57,3	4,2
C-62	20,0	0,4	10,0	68,6	6,6
C-63	100,0	7,7	33,3	63,3	6,7
C-64	100,0	5,7	10,7	64,0	5,6
C-65	80,0	5,7	9,1	58,7	6,4
C-66	100,0	6,8	3,8	70,3	5,7
C-67	100,0	5,2	0,0	63,7	3,7
C-68	20,0	0,2	5,9	55,7	6,8
C-69	100,0	5,2	24,0	62,0	4,8
C-70	-	-	16,0	73,6	3,2
GUJT 4	33,3	1,17	7,8	59,3	4,9
M1	53,3	2,5	0,0	59,8	5,7
M2	93,3	6,2	18,7	58,2	5,0
M3	100,0	6,7	27,7	62,7	5,2
M4	-	-	62,5	53,3	2,6
NUN 9453	88,9	7,3	13,9	68,2	5,9
NUN 9498	90,0	6,5	3,1	64,0	5,8

Medias de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0,05)
Test LSD.

Tabla V: Comparación del comportamiento de patrones cultivados durante dos años seguidos en el mismo suelo

	% plantas *M. incognita*	Indice de nodulación	% plantas *P. capsici*	Altura plantas (cm)	Producción comercial (kg/m²)
MB 98:2 2000	5,6	0,19	0,8		7,0
MB 98:2 2001	20,0	0,63	1,2	88,8	8,8
C-23 1999	20,0	0,20	0,0		–
C-23 2001	83,3	3,30	0,45	64,9	6,3
C-25 2000	10,0	0,30	0,7		6,2
C-25 2001	100,0	5,9	2,1	72,6	6,7
C-26 2000	40,0	1,6	0,7		–
C-26 2001	64,3	5,50	0,0	61,2	6,4
C-27 2000	36,8	1,00	0,0		5,4
C-27 2001	100,0	4,60	1,1	69,8	7,1
C-28 2000	57,9	1,30	0,0		5,9
C-28 2001	100,0	5,30	0,0	63,3	6,1
C-29 2000	12,5	0,40	1,8		5,8
C-29 2001	83,3	2,30	0,0	60,8	7,5
C-30 2000	20,0	0,40	0,0		8,2
C-30 2001	73,3	4,10	3,3	70,5	8,2
C-37 2000	20,0	0,50	0,0		–
C-37 2001	86,7	5,50	0,0	69,9	6,7
C-40 2000	25,0	0,30	0,0		–
C-40 2001	80,0	5,20	3,1	65,4	7,4
C-43 2000	20,0	0,30	0,0		–
C-43 2001	64,3	3,60	4,3	63,0	5,5
C-46 2000	80,0	2,90	0,0		–
C-46 2001	100,0	5,60	0,0	66,4	6,7

Medias de cada columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P>0,05)
Test LSD.

RESULTADOS

a) Evaluación del comportamiento de los patrones

En la Tabla II se indican los resultados de los ensayos de la campaña 98/99. Los índices de nodulación fueron bajos para todos los patrones, por lo que no se apreciaron síntomas de amarilleos en la parte apical de las plantas. El porcentaje de plantas muertas por *P. capsici* fue bajo, excepto para el C-12 y el C-13 que una parte de las plantas afectadas había sido enterrada demasiado y el hongo se instaló en la variedad. La altura de las plantas fue bastante similar en todos los patrones. Se encontraron diferencias significativas en la producción comercial, en particular en las categorías extra y primera (Figura 1).

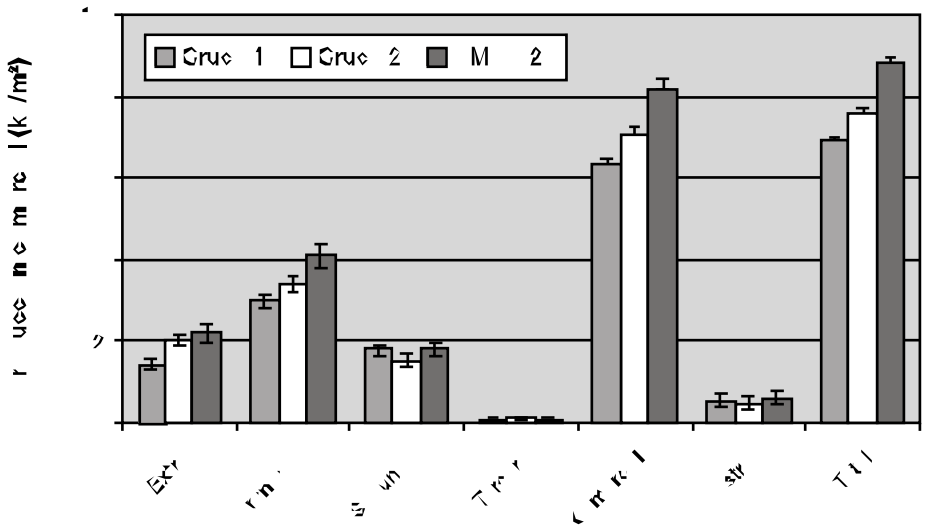


Figura 1. *Producción comercial por categorías. Invernadero B. Campaña 1998/1999*

En la Tabla III se recogen los resultados de la campaña 99/00. Un buen número de patrones presentaron aceptables niveles de infestación, índices de nodulación de *M. incognita* y producciones comerciales similares a las de BM (98:2) en invernaderos de poca antigüedad del cultivo, presentando diferencias acentuadas en invernaderos reiteradamente cultivados de pimiento (Figura 2). En el invernadero A, los patrones tuvieron un buen comportamiento frente a *P. capsici* (comparar con el BM y con el testigo), al igual que en el invernadero B, exceptuando el cruce C-35. En cuanto a la altura de las plantas injertadas, se observan diferencias significativas entre los diferentes patrones.

En la Tabla IV se recopilan los resultados de los ensayos realizados en la campaña 2000/01. Más del 25% de los patrones ensayados presentaron un aceptable comportamiento frente a *M. incognita* y el 10% proporcionaron similares niveles de producción comercial que el BM, no habiendo diferencias en las producciones por categorías comerciales. El porcentaje de plantas muertas por *P. capsici* fue bastante heterogéneo entre los diferentes patrones empleados. La altura de las plantas injertadas fue marcadamente inferior a las de las parcelas desinfectadas.

b) Reiteración de los patrones en el mismo suelo

Al reiterar el cultivo de un patrón en el mismo suelo se ha producido un aumento de la incidencia de *M. incognita* (Tabla V), tanto por la proporción de plantas colonizadas como por el índice de nodulación. Los ensayos de laboratorio han puesto de manifiesto la aparición de una población más agresiva (LACASA y col., 2002). Por contra, el comportamiento de los patrones frente a *P. capsici* se ha mostrado estable (Tabla V). El desarrollo de las plantas injertadas en la última campaña ha sido notablemente inferior al de las plantas de las parcelas desinfectadas, no siendo tan marcadas las diferencias entre patrones. Para algunos patrones, el aumento de la inci-

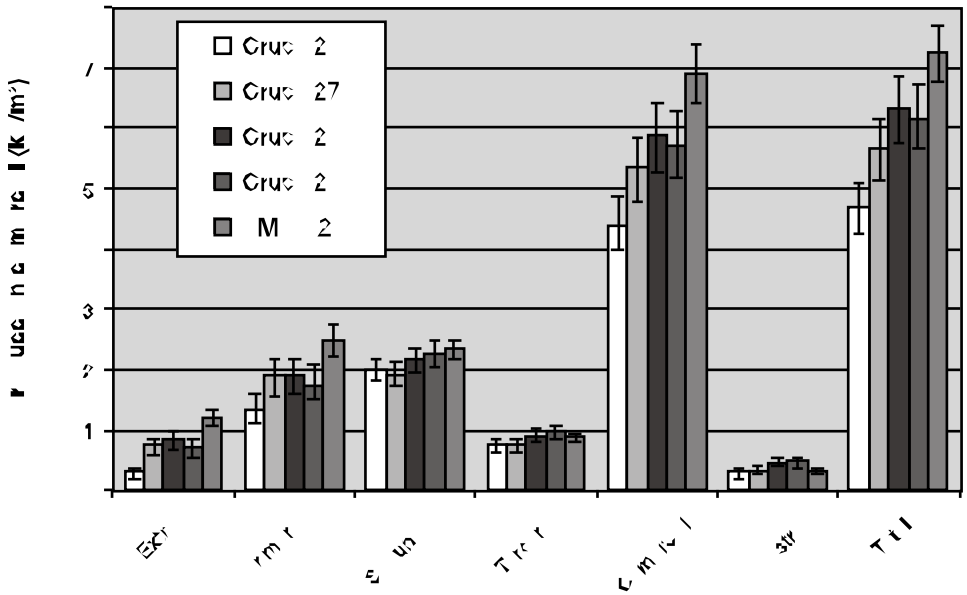


Figura 2. *Producción comercial por categorías. Invernadero B. Campaña 1999/2000*

dencia de *M. incognita* no ha supuesto mermas equivalentes en la producción comercial, siendo ésta del mismo orden que la obtenida en las parcelas tratadas con el desinfectante.

El aumento de la agresividad de las poblaciones, como consecuencia de la selección que se ha podido producir por la reiteración del cultivo de los patrones, sugiere que la utilización de resistencias frente al nematodo en pimiento debe ser manejado de forma adecuada, dado el riesgo que existe de que sea remontada.

CONCLUSIONES

El injerto de variedades productivas de pimiento, adaptadas a las condiciones de los invernaderos del Sureste español, se presenta como un adecuado método de paliar los efectos de los patógenos del suelo en cultivos de agricultura ecológica ya que:

- Un buen número de los patrones ensayados presentan aceptables niveles de incidencia de *M. incognita* y buen comportamiento frente a *P. capsici*. Además, proporcionan producciones comerciales similares a las obtenidas cuando se desinfecta el suelo con bromuro de metilo, en invernaderos con poca antigüedad en el cultivo de pimiento.
- El comportamiento frente a *P. capsici* de los patrones se mantiene cuando se reitera su cultivo en suelos infectados, considerándolo como un indicador de la estabilidad o de la resistencia.
- La reiteración de los patrones en suelos infestados de *M. incognita* ha dado lugar a la selección de poblaciones más agresivas del nematodo, por lo que se compromete la estabilidad de los niveles de resistencia que los patrones puedan tener.

- La utilización de los patrones en suelos fuertemente infestados de *M. incognita*, requiere de un manejo integrado con métodos de manejo o desinfección del suelo como la biofumigación con solarización, con el objeto de que el comportamiento sea sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

BARTUAL, R.; LACASA, A.; MARSAL, J.I.; TELLO, J. (1993). Efectos epistásicos en la resistencia a *Phytophthora capsici* Leonnian en pimiento. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas, 17: 3-124.

BELLO A., ESCUER M., SANZ R., LÓPEZ J.A., GUIRAO P. (1977). Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en cultivo de pimiento. En. «Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero». Publicaciones de la CMAA. Región de Murcia. Jornadas y Congresos, 11: 67-108.

BRIDGE J., PAGES S. (1980). Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. Tropical pest management, 26: 296-298.

LACASA, A.; GUIRAO, P.; GUERRERO, M.M.; ROS, C.; BELLO, A.; BIELZA, P.; LÓPEZ, J.A. (1999). Alternatives to Methyl Bromide for sweet pepper cultivation in plastichouse in South-East Spain. 3º International Workshop «Alternatives to Methyl Bromide for the European Countries». 7-10 december. Heraclion. Creta. Grecia. 41-44.

LACASA A., GUERRERO M.M., GUIRAO P., ROS C. (2002). Alternatives to methyl bromide in sweet pepper crops in Spain. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. Sevilla, Spain, 5-8 March. Proceedings: 172-177.

TELLO, J. (1984). Notas fitopatológicas sobre el cultivo del pimiento (*Capsicum annum* L.) en el litoral mediterráneo. En «Enfermedades criptogámicas de las hortalizas». Comunicaciones INIA, 22: 213-228.

TELLO J., LACASA A. (1997). Problemática fitosanitaria del suelo en el cultivo del pimiento en el Campo de Cartagena. En «Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero». Publicaciones de la CMAA. Región de Murcia. Jornadas y Congresos, 11: 11-17.

Respuesta al injerto en melón cantaloup como alternativa al $BrCH_3$ en Guatemala

E.J. FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ*, J.C. TELLO MARQUINA*, E. TRABANINO**, L.F. CALDERÓN BRAN**, E. DUBÓN***, I. CABRERA****

* Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería
** Instituto de Ciencia y Tecnología Agraria de Guatemala
*** Protisa
**** Coagro

RESUMEN

Con el objeto de evaluar la viabilidad del injerto del melón tipo «Cantaloup» sobre patrones de calabaza (híbridos interespecíficos de *Cucurbita maxima x moschata*) como alternativa a la aplicación de bromuro de metilo, se han llevado a cabo tres ensayos durante las campañas 99/00 y 01/02, en colaboración con las empresas guatemaltecas Protisa y Coagro y Pegón Piloncito. Durante sendas campañas se evaluó la producción comercial de melón injertado sobre varios patrones frente a melón sin injertar. No se observaron problemas de incompatibilidad tardía. En todos los portainjertos utilizados se ha obtenido una mayor producción comercial del melón injertado sobre el testigo, presentándose diferencias estadísticamente significativas en el ensayo que se realizó sobre suelo sin desinfectar. Igualmente destaca como resultado del injerto el incremento en el calibre de los frutos.

INTRODUCCIÓN

El injerto herbáceo constituye una alternativa comúnmente utilizada en Horticultura para combatir enfermedades del suelo como la fusariosis vascular, o patógenos como *Verticillium*. Los híbridos interespecíficos de *Cucurbita maxima x moschata* habitualmente utilizados en cultivos como portainjertos para sandía, melón o pepino presentan resistencia a *Olpidium radicale* y por tanto constituyen una alternativa para el control de virosis transmitidas por dicho hongo, caso del virus del cribado (MNSV) tal y como ha sido corroborado por Miguel y col. (1999). En materiales vegetales tipo Galia la incorporación de resistencia genética al MNSV ha constituido una alternativa más al control de dicha enfermedad, sin embargo recientemente Díaz y col., (2002) han demostrado en España la superación de la resistencia por el MNSV en materiales vegetales en los que el gen recesivo *nsv* se encuentra presente (cvs. Primal F1, Planters Jumbo y PI161375). Ello pone de manifiesto la vulnerabilidad ligada al carácter vertical de la resistencia.

Experimentos llevados a cabo en España con el injerto de melones tipo cantaloup (Charentais) sobre híbridos de *Cucurbita* demuestran la viabilidad de este procedimiento por el alto grado de afinidad y la elevada producción obtenida, sin verse afectado el calibre de los frutos, con aumentos de la precocidad, y sólo en ocasiones una ligera disminución de contenido en azúcar (GAMAYO y AGUILAR, 1998). En el caso de otros tipos varietales de melón como el español, el injerto presenta un comportamiento más complejo debido a la aparición de problemas de incompatibilidad tardía (GAMAYO y col., 1997), produciéndose una muerte de plantas pocos días antes de cosecha. En contrapartida, la bibliografía señala como efectos positivos asociados al injerto en melón español incrementos de producción y del tamaño de fruto (MIGUEL y col., 1997).

En Zacapa (Guatemala) existen en cultivo más de 5.000 Ha de melón tipo Cantaloup practicándose monocultivo intensivo con dos cosechas al año sobre los mismos suelos. Nuestro equipo de trabajo en cooperación con UNIDO y otros investigadores españoles ha venido realizado diversos trabajos con el objetivo de buscar alternativas al bromuro de metilo, ampliamente utilizado en dicha zona. Análisis llevados a cabo en la Universidad Politécnica de Valencia con material vegetal de plantas de melón procedentes de plantaciones de dicha zona melonera, afectadas por el síndrome de «muerte súbita» demostraron la presencia del virus del cribado y de su transmisor *Olpidium radicale*, (JORDÁ, comunicación personal).

MATERIAL Y MÉTODOS

En los ensayos realizados durante la campaña 99/00 se utilizó como cultivar de melón tipo «Cantaloup» la variedad Durango, que fue injertada mediante el método de aproximación sobre los híbridos de interespecíficos de *Cucurbita maxima x moschata*: Brava, RS841, Patrón, Titán, y Hércules, utilizándose como testigo el mismo cv Durango sin injertar. En el ensayo llevado a cabo por Protisa el diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones, mientras que en de Coagro también fue de bloques al azar, pero con 3 repeticiones. En ambos casos la producción se obtuvo a partir de parcelas elementales con 15 y 13 plantas respectivamente y fue clasificada en función de su tamaño comercial de acuerdo con los criterios habituales en la zona, que se corresponden con el número de frutos por caja de 18 kg, siguiendo la siguiente escala: 9s, 12s, 15s, 18s, 23s y 30s. Así los calibres 9s y 12s se asocian a frutos de peso medio de 2 y 1,5 kg respectivamente. El suelo se encontraba acolchado con PE negro y había sido cultivado en ambos casos previamente con melón.

La fecha de plantación del ensayo de Protisa fue el 20 de diciembre de 1999, y para Coagro 27 de diciembre de 1999. La densidad de plantación fue de 0,83 plantas m^{-2} para los portainjertos y de 1,67 plantas m^{-2} para el testigo en el primer ensayo y de 1,11 plantas m^{-2} en el segundo. En el primer caso el suelo había sido desinfectado con bromuro de metilo en el verano, mientras que en el segundo no, habiendo sido cultivados en la campaña 98/99 ambos suelos con la rotación melón/melón. En ambos ensayos se usaron colmenas para la polinización y se siguieron las técnicas de cultivo tradicionales en la zona.

Durante la campaña 01/02 se realizó otro ensayo en colaboración con la empresa Coagro, utilizándose como variedad también del tipo «Cantaloup» el cv. RML 6483 (Motagua) y como portainjertos: Hércules, Titán, Ulises y Patrón. En este caso el suelo también fue desinfectado previo al cultivo. El diseño fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. El injerto tuvo lugar el

22 de octubre de 2001, en el semillero Pegón Piloncito, posteriormente el transplante se realizó el 8 de noviembre del 2001, con una densidad de siembra de 1,11 plantas m $^{-2}$ y la cosecha tuvo lugar en enero de 2002.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los dos ensayos llevados a cabo durante la campaña 99/00 los resultados muestran una tendencia claramente coincidente, encontrándose mayor producción comercial en todas las plantas de melón injertadas sobre el melón no injertado independientemente del portainjertos, aunque sólo se han encontrado diferencias significativas en el ensayo de Coagro frente al testigo (Tabla I) circunstancia que puede ser atribuida al hecho de que dicho ensayo se efectuara sobre un suelo no desinfectado previamente con bromuro de metilo, alcanzando los cultivares injertados un rendimiento medio un 28% superior al testigo mientras que en el ensayo de Protisa el aumento no fue tan importante, un 12%, debido posiblemente al efecto amortiguador que supone la desinfección previa con bromuro en este caso. No obstante las diferencias fueron significativas al comparar el testigo y los injertos efectuados sobre RS841 y Brava.

Tabla I: Efecto de varios portainjertos sobre el rendimiento (kg/ha) de 1ª categoría y total en melón. Ensayo de Protisa y Coagro. Campaña 99/00. Test de mínimas diferencias significativas, p<0,05.

Ensayo	Protisa				Coagro	
Calibre del melón	(9s+12s+15s+18s+23s)		(9s+12s)		(9s+12s+15s+18s+23s+30s)	
Categorías	1ª	Total	1ª	Total	1ª	Total
Cultivares	Kg/ha					
Durango/Hércules	26.352a	28.404a	17.856a	18.144a	19.399ab	19.399ab
Durango/Brava	24.102a	26.784a	13.680a	14.094a	20.842a	20.842a
Durango/Titán	25.290a	26.856a	13.482a	13.698a	17.842ab	17.842ab
Durango/RS841	27.018a	28.890a	12.924a	12.924ab	20.464a	20.464a
Durango/Patrón	25.128a	27.360a	17.442a	18.756a	18.866ab	19.203ab
Durango	23.544a	24.660a	5.850b	5.850b	15.192b	15.192b

En la campaña 01/02 los resultados siguieron la tendencia mostrada en los anteriores ensayos con mayor producción comercial de todas las plantas de melón injertadas frente al testigo (con un incremento medio del 36,5%) aunque sin mostrar diferencias significativas (Figura 1). Los elevados coeficientes de variación encontrados en este experimento, debidos a una gran variabilidad entre parcelas y posiblemente debidos a una irregularidad en la eficacia de la desinfección previamente practicada, justificarían tal hecho.

En ninguno de los tres ensayos realizados se observaron diferencias significativas entre los portainjertos utilizados lo cual concuerda con los trabajos efectuados en España en sandía por Camacho y Fernández Rodríguez (2000). Tampoco fueron apreciados en las plantas injertadas síntomas de incompatibilidad tardía alguno.

Desde el punto de vista del tamaño del fruto, la técnica del injerto maximizó el rendimiento correspondiente a las categorías 9s y 12s –precisamente las de mayor interés económico, al ser

más apreciados por el mercado de los Estados Unidos, principal cliente guatemalteco–, apareciendo en el ensayo de Protisa, en la campaña 99/00, diferencias significativas de todos los cultivares de portainjertos ensayados frente al testigo, con un incremento medio del 258 %, y no así entre portainjertos (Tabla I). En la campaña 00/01 se confirmó la tendencia del citado ensayo, aunque no se apreciaron diferencias significativas (Figura 2). Los efectos de la densidad de plantación con la que se cultivó el melón sin injertar, y que fueron variables para los distintos ensayos, podrían justificar tal hecho, ya que esta circunstancia se presentó en el ensayo con mayor densidad de plantación para el testigo. Por otro lado consideramos necesario y obligado incluir en los siguientes ensayos como variable la densidad de plantación de plantas injertadas al objeto de aquilatar costes de producción, pensando en una popularización de esta tecnología en Centroamérica.

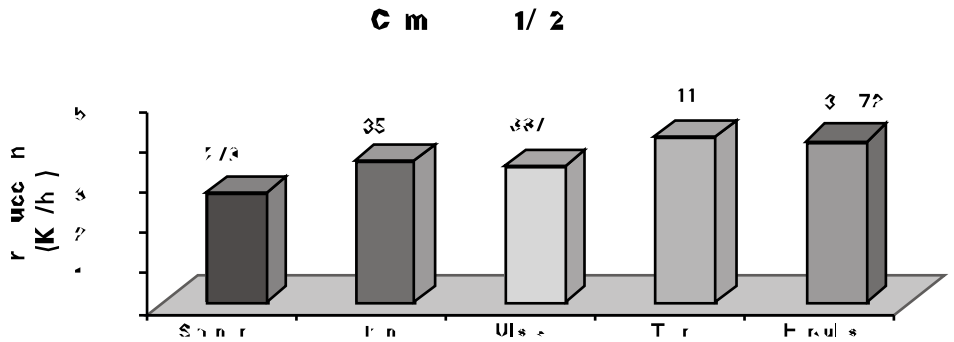


Figura 1. *Comparación del rendimiento de melón sobre varios portainjertos frente a un cultivo sin injertar. Campaña 01/02. Test de mínimas diferencias significativas, p<0,05*

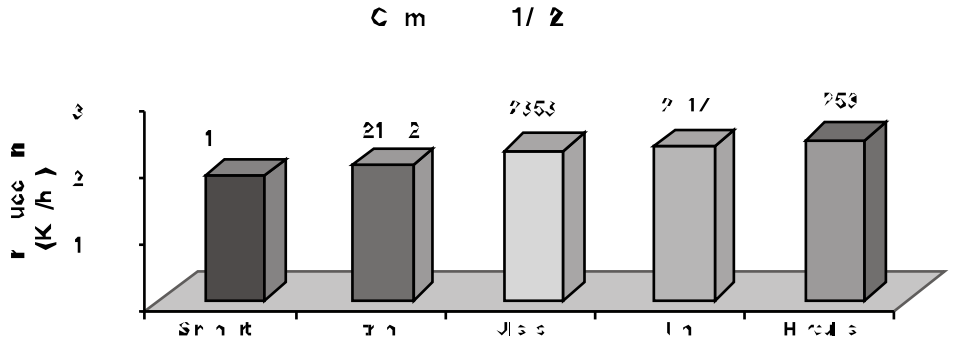


Figura 2*. Comparación del rendimiento de frutos de melón, calibres 9s y 12s, cultivados sobre varios portainjertos frente a un cultivo de melón sin injertar. Campaña 01/02. Test de mínimas diferencias significativas, p<0,05*

CONCLUSIONES

El injerto aportó una mayor productividad bajo el sistema de cultivo del melón cantaloup practicado bajo las condiciones de Zacapa, Guatemala, sin mermar la producción, presentándo-

se como una interesante alternativa a la desinfección con bromuro de metilo. En aquellos casos en los que se combinaron desinfección e injerto los resultados mostraron una tendencia, pero las diferencias no resultaron significativas.

Entre los portainjertos de *Cucurbita maxima x moschata* evaluados en los distintos experimentos no han aparecido diferencias significativas que apoyen la utilización de algún cultivar en concreto, siendo más las consideraciones económicas las que deberían a nuestro juicio tenerse en cuenta a la hora de su elección.

Los materiales vegetales de melón estudiados no plantean problemas de compatibilidad con los portainjertos ensayados en contraste con otros tipos de melón.

Finalmente, el calibre de los frutos de melón tipo cantaloup puede verse incrementado a consecuencia de la utilización del injerto como técnica de cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Mediante la presente manifestamos nuestro agradecimiento a la financiación recibida a través de la Agencia Española de Cooperación Internacional, AECI a UNIDO, y al Proyecto IPM CRSP para el desarrollo del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

CAMACHO FERRE, F., E.J. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ (2000). El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español. Caja Rural de Almería, 312 pp.

DÍAZ, J.A., C. NIETO, E., MORIONES, M.A. ARANDA (2002). Spanish Melon necrotic spot virus Isolate Overcomes the Resistance Conferred by the Recessive nsv Gene of Melon. Plant Disease Vol. 86, Nº 6, 694.

GAMAYO. J.D., A. AGUILAR (1998). Ensayo sobre la influencia del injerto en melón cantalupo bajo invernadero. Memoria de Actividades. Fundación Caja Rural de Valencia, 143-147.

GAMAYO, J.D., A. AGUILAR A. MIGUEL. (1997). Injerto de melón. Invernadero. Memoria de Actividades. Fundación Caja Rural de Valencia, 305-310.

MIGUEL, A., C. BAIXAULI, M.J. GARCÍA, J.M. AGUILAR (1999). Efecto del injerto sobre la prevención de la virosis del cribado en melón. Memoria de Actividades. Fundación Caja Rural de Valencia, 439-441.

La importancia de las enfermedades de los lentejares de Castilla-La Mancha sugiere la existencia de un agrosistema 'supresor'

D. DÍAZ MORAL[1], J.C. TELLO MARQUINA[2], F.J. GEA ALEGRÍA[3]

[1] Universidad Católica de Ávila, Dpto. Ambiental y Agroforestal. C/ Canteros s/n. 05005 Ávila.
[2] Universidad de Almería, Dpto. Producción Vegetal. Cañada de S. Urbano s/n. 04120 Almería.
[3] Centro de Investigación Experimentación y Servicios del Champiñón. C/ Peñicas s/n. 16220 Quintanar del Rey, Cuenca.

RESUMEN

Se realizó un seguimiento durante tres campañas de cultivo en ocho localidades con tradición lentejera, analizando tanto plantas sanas como otras que mostraban algún síntoma de enfermedad. En otros dos años, se prospectaron un total de 102 parcelas, valorando la prevalencia e incidencia de enfermedades foliares, no encontrando niveles graves de enfermedad salvo en alguna parcela aislada. Los ensayos de inoculación experimental realizados mostraron que los hongos purificados en las fases anteriores del trabajo, sí son capaces de provocar enfermedad, aunque esta no se manifiesta en el campo. Todo ello unido a la forma de cultivar, las variedades utilizadas, etc. sugiere la existencia de un agrosistema 'supresor', que impide la manifestación de las enfermedades, pese a estar presentes los parásitos incitantes.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos extensivos en secano son una de las características que definen el paisaje agrícola del centro de la Península. En el caso de Castilla-La Mancha, una parte importante de estas rotaciones de secano, en que se alternan cereales y leguminosas, está cubierta tradicionalmente por los cultivos de lenteja, convirtiendo a la región en la principal productora de esta leguminosa en Europa.

En Castilla-La Mancha, se siembran habitualmente variedades locales bien adaptadas al clima, que soportan las bajas temperaturas del invierno, aunque en ocasiones de frío intenso toman una coloración antociánica característica. Normalmente se siembra en terrenos sueltos, no excesivamente fértiles ni arcillosos, donde crecen en exceso y en muchos casos dan cosechas de poco grano y mucha paja. En primaveras excesivamente lluviosas, la planta también se desarrolla en exceso, produciéndose una fecundación deficiente y, por tanto, una cosecha escasa (ALFARO, 1988).

El abonado es una práctica inusual, aunque las dosis de fósforo y potasio aplicadas en el cultivo anterior suelen cubrir las necesidades de la lenteja. De igual modo, el uso de herbicidas es también infrecuente, únicamente entre los agricultores más profesionalizados se puede ver la aplicación de prometrina en pre-emergencia. Más extraordinario aún es el tratamiento de la semilla con algún fungicida, en particular tiram o ziram.

Los tratamientos fitosanitarios aplicados al cultivo se limitan a la utilización de insecticidas como respuesta a ataques de pulgón negro, los cuales se producen con una frecuencia poco elevada. Una vez cosechada y limpia la semilla, sí es habitual su fumigación contra el gorgojo con productos a base de sulfuro y tetracloruro de carbono, cuya aplicación se realizaba por el agricultor hasta que esta práctica fue prohibida por el Ministerio de Agricultura.

Pese a la importancia de la lenteja, son pocos los trabajos en que se hace mención a las enfermedades de este cultivo en España (JIMÉNEZ DÍAZ y VARÉS, 1983; ALFARO, 1988; FRESNO y col., 1994), mientras que en otros países productores como India, Canadá o Siria, las referencias son mucho más abundantes. El principal objetivo de este trabajo es el conocimiento del estado sanitario de los cultivos de lenteja en Castilla-La Mancha.

MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, se realizó un seguimiento en varios campos de lenteja representativos de la zona productora, tomando en ellos muestras de forma periódica a lo largo de tres campañas de cultivo 1992-93, 1993-94 y 1994-95. Posteriormente, en las campañas 1995-96 y 1996-97, se realizó una prospección en un total de 102 parcelas, valorando la incidencia y prevalencia de enfermedades foliares. Por último, se realizaron ensayos de inoculación que confirmasen la capacidad de los hongos aislados para producir enfermedad en plantas de lenteja.

Muestreos periódicos sistemáticos

Se seleccionaron ocho localidades con tradición lentejera, en las comarcas de La Mancha y La Manchuela de las provincias de Cuenca y Albacete: La Roda, Minaya y Tarazona de la Mancha en Albacete, y Campillo de Altobuey, San Clemente, Villaescusa de Haro, Villamayor de Santiago y La Fuente de Pedro Naharro en Cuenca.

Para cada una de las campañas del estudio, se visitó de forma periódica una parcela de cada localidad, tomando muestras tanto de plantas con aspecto sano como de aquellas con síntomas de enfermedad como clorosis, falta de desarrollo, manchas o podredumbres en hojas, cuello o raíces.

El análisis de estas plantas se realizó sobre medios agarizados, sin aplicar ningún tratamiento previo de desinfección superficial. Una vez lavadas y secas las plantas, se toman pequeños fragmentos de la raíz o del cuello, que se sitúan en la superficie del medio de cultivo distribuido en placas de Petri. Estas placas se incuban a temperatura ambiente entre 8 y 20 días, identificando los hongos crecidos mediante observación directa de la placa al microscopio. Los medios de cultivo empleados fueron tres, uno de ellos general, el agar de patata y dextrosa (PDA) (ECHANDI, 1971), otro el propuesto por Komada en 1975 tal como se recoge en Tello y col. (1991) selectivo para hongos del género *Fusarium*, y el tercero, selectivo para Pitiáceas (PON-

CHET y col., 1972). Cuando los síntomas encontrados afectan sólo a las hojas, no se analiza la raíz, y únicamente se emplea el PDA.

Valoración de la incidencia de micosis de la parte aérea

El momento en que las plantas de lenteja se acercan a su madurez fisiológica, una vez completada la floración, y cuando comienzan a amarillear de forma natural sin la intervención de patógenos, coincide generalmente con la aparición de síntomas más o menos específicos de enfermedades de la parte aérea. Por ello, en los días previos a la recolección en las campañas de 1995-96 y 1996-97, se realizó una prospección en búsqueda de parcelas con síntomas de enfermedades foliares. Las distintas enfermedades encontradas fueron ascoquitosis, roya y oídio, así como alguna otra de etiología desconocida.

La prevalencia de las distintas enfermedades se calculó directamente como porcentaje de campos en que se encontraron plantas afectadas frente al total de campos visitados, que fue de 51 en cada una de las campañas.

Para cada una de las enfermedades observadas, la incidencia de éstas en cada parcela, se valoró con una escala que va desde ausencia de enfermedad (-), hasta síntomas presentes en grandes rodales, afectando a la práctica totalidad de las plantas (+++).

Por último, la severidad de la reacción de la parte aérea de las plantas enfermas, o el nivel de desarrollo alcanzado por la enfermedad, se evaluó tomando como referencia los daños observados en aquellas plantas en que los síntomas característicos presentaban un desarrollo más acusado. En este apartado, para cada una de las enfermedades encontradas se empleó una escala de daños propia, con un número de peldaños variable, de 1 a 6 en el caso de la ascoquitosis, de 1 a 5 para la valoración de las pústulas de roya, y de 1 a 3 en el caso del oídio.

Comprobación del poder patógeno de los hongos aislados

El estudio de los hongos encontrados en asociación con el cultivo, se debe complementar con la comprobación de la capacidad que poseen estos hongos para provocar enfermedad en plantas sanas de lenteja, mediante inoculaciones controladas en cámara de cultivo. Estas inoculaciones se efectuaron sobre lentejas de la variedad 'Magda', seleccionadas visualmente para eliminar aquellas con signos de infección, y presentando un porcentaje de germinación superior al 99%. El sustrato elegido fue la vermiculita previamente esterilizada, y la técnica empleada la descrita por Rodríguez Molina (1996). Las condiciones de la cámara de cultivo se mantuvieron durante los ensayos con un fotoperíodo 15:9, en correspondencia con temperaturas de entre 25 y 28ºC con luz y 16ºC en el período oscuro.

La valoración de la intensidad de los síntomas ocasionados en cada una de las plantas, se realizó a los 30 días de la siembra, mediante una escala de daños en que el nivel inferior (0) se corresponde con la planta sana, y el superior (5) con una planta totalmente muerta o semillas que no llegaron a emerger. Posteriormente se calculó para cada una de las repeticiones del ensayo un índice de enfermedad (BAYAA y ERSKINE, 1990) que toma valores entre 0 cuando todas las plantas están completamente sanas, y 1, cuando ninguna de las plantas llega a germi-

nar o aparecen todas muertas. Por último, para eliminar las diferencias debidas al distinto comportamiento de los controles en las diferentes inoculaciones, se empleó la fórmula propuesta por Abbott (1925).

En el caso de la enfermedad causada por *Ascochyta fabae* f.sp. *lentis*, se realizaron también inoculaciones en el campo, en microparcelas con un diseño de bloques al azar. En la campaña de 1994-95 la inoculación se realizó mediante pulverización de un triturado del hongo sobre las plantas, consiguiendo el distinto nivel de inóculo en las microparcelas mediante sucesivas inoculaciones en el tiempo. El diseño se repitió en secano y en regadío, aplicando en este caso dos riegos por aspersión. En la siguiente campaña la inoculación se realizó mediante fijación del hongo a la semilla. Para ello se realizó previamente una adsorción del hongo a polvos de talco (TELLO y col., 1980) que luego se fijaron a la semilla mediante una solución de metilcelulosa en agua.

RESULTADOS

Muestreos periódicos sistemáticos

Un resumen de los resultados de los análisis efectuados en las plantas recogidas en las parcelas muestreadas de forma periódica, se muestra en la Tabla I, donde se puede observar que los hongos más frecuentemente aislados en las plantas sin síntomas de enfermedad, son los mismos que se encuentran en las plantas que sí presentan algún signo de enfermedad. Estos son hongos del género *Fusarium*, concretamente *F. roseum* y *F. oxysporum*, presentes respectivamente en el 64 y 40% de las plantas sanas analizadas en medio selectivo, y en el 63 y 54% en el caso de plantas enfermas.

Otros hongos frecuentes tanto en uno como otro tipo de plantas fueron los de los géneros *Penicillium* (18 y 23% respectivamente), y *Pythium*, presentes en el 17% de las plantas sanas analizadas en medio selectivo, y en el 19% de las que presentan algún síntoma de enfermedad.

Valoración de la incidencia de micosis de la parte aérea

En el caso de la ascoquitosis, además de las lesiones descritas en la bibliografía, todas ellas caracterizadas por la aparición de picnidios de *Ascochyta*, se observó que la presencia del hongo en las plantas de lenteja puede manifestarse en forma de una coloración gris plomiza, principalmente en el ápice de los folíolos, formando manchas de contorno irregular pero generalmente bien delimitadas. Estas lesiones posteriormente adquieren un tono pajizo, se extienden a toda la hoja y terminan por secarla completamente.

La ascoquitosis fue la patología más frecuente en las dos campañas consideradas, encontrándose síntomas de la enfermedad en el 88% de los campos vistos en 1996, aunque su incidencia en general fue baja (Tabla II).

La roya aparece con un porcentaje ligeramente inferior como la segunda patología más frecuente en los lentejares manchegos, aunque su prevalencia en 1997 fue superior a la de la ascoquitosis (Tabla III). El oídio únicamente se manifestó en la campaña de 1997 (Tabla IV).

Tabla I. Hongos encontrados en las plantas recogidas en las parcelas muestreadas de forma periódica. Se expresan como porcentaje del total de plantas analizadas en cada uno de los medios de cultivo empleados

	Plantas asintomáticas			**Plantas con síntomas de enfermedad**		
campaña	**1992-93**	**1993-94**	**1994-95**	**1992-93**	**1993-94**	**1994-95**
Nº de plantas	**273**	**214**	**127**	**676**	**600**	**236**
Medio PDA						
Acremoniula	0,4	0,9	- -	0,3	1,5	0,8
Alternaria	5,1	4,7	0,8	5,0	2,0	2,1
Ascochyta	0,4	0,9	- -	0,7	- -	- -
Aspergillus	0,4	0,9	- -	0,4	1,0	0,4
Aureobasidium	- -	- -	- -	- -	0,2	- -
Botrytis	1,5	0,5	- -	4,0	1,3	0,8
Cladosporium	4,0	8,9	5,5	11,2	5,3	5,9
Colletotrichum	- -	- -	- -	0,1	- -	- -
Cylindrocarpon	0,4	0,5	- -	0,3	0,3	- -
Drechslera	- -	- -	1,6	- -	- -	- -
Epicoccum	- -	0,5	0,8	- -	0,2	- -
Fusarium oxysporum	8,4	33,2	30,7	22,9	48,5	39,4
F. roseum	26,0	53,7	70,9	55,0	52,3	62,3
F. solani	- -	- -	- -	0,6	1,2	- -
Fusarium total	34,4	86,9	101,6	78,6	102,0	101,7
Gliocladium	1,8	4,2	2,4	10,8	5,2	7,6
Helminthosporium	4,8	8,4	7,1	6,7	5,3	11,0
Macrophomina phaseolina	- -	0,9	- -	0,9	1,7	- -
Mucorales	10,6	5,6	7,9	9,6	4,7	4,2
Penicillium	17,2	15,4	22,8	19,8	20,8	35,6
Pestalotia	0,4	- -	- -	- -	- -	0,8
Phoma	0,4	5,6	0,8	3,3	7,8	0,4
Pythium	5,5	11,7	7,1	8,1	12,8	4,2
Rhizoctonia	0,4	- -	- -	0,6	0,3	- -
Sclerotinia	0,7	- -	- -	0,1	- -	2,1
Trichoderma	- -	0,9	- -	- -	2,2	0,4
Ulocladium	0,7	3,3	3,1	1,8	3,3	0,8
No Identificado	29,3	11,7	15,0	9,3	9,3	12,3
Medio Ponchet *Pythium*	17,9	18,9	13,4	16,1	23,3	13,6
Medio Komada						
Fusarium moniliforme	- -	- -	0,8	- -	0,3	- -
F. oxysporum	30,8	46,2	48,0	46,0	62,3	55,5
F. roseum	57,1	63,5	78,7	68,3	60,7	55,9
F. solani	0,4	2,4	1,6	0,9	3,8	11,0
F. sp.	2,2	- -	- -	0,4	0,2	
Fusarium total	*90,5*	*112,0*	*129,1*	*115,7*	*127,3*	122,5

Tabla II. Prevalencia e incidencia de la ascoquitosis en los lentejares de Castilla-La Mancha

Año	Campos afectados / campos prospectados		Incidencia de los síntomas en la parcela					
			+		++		+++	
	Nº	%	Nº	rango[a,b]	Nº	rango	Nº	rango
1996	45/51	88,2	27	1-**2**-5	16	1-**5**	2	1-2
1997	12/51	23,6	11	1-**2**	1	**3**	0	–
total	57/102	55,9	38	1-**2**-5	17	1-**5**	2	1-2

a: Severidad de los síntomas en una escala 1-6.
b: En negrita la severidad más frecuente en cada nivel de incidencia.

Tabla III. Prevalencia e incidencia de roya en los lentejares de Castilla-La Mancha

Año	Campos afectados / campos prospectados		Incidencia de los síntomas en la parcela					
			+		++		+++	
	Nº	%	Nº	rango[a,b]	Nº	rango	Nº	rango
1996	15/51	29,4	12	**1**-4	2	3-4	1	4
1997	38/51	74,6	19	1-**2**-4	14	1-**4**	5	3-**4**-**5**
total	53/102	52,0	31	**1**-4	16	1-**4**	6	3-**4**-5

a: Severidad de los síntomas en una escala 1-5.
b: En negrita la severidad más frecuente en cada nivel de incidencia.

Tabla IV. Prevalencia e incidencia de oídio en los lentejares de Castilla-La Mancha

Año	Campos afectados / campos prospectados		Incidencia de los síntomas en la parcela					
			+		++		+++	
	Nº	%	Nº	rango[a,b]	Nº	rango	Nº	rango
1996	0/51	- -	0	-	0	-	0	-
1997	34/51	66,7	9	**1**-2	18	1-**3**	7	1-**3**
total	34/102	33,3	9	**1**-2	18	1-**3**	7	1-**3**

a: Severidad de los síntomas en una escala 1-3.
b: En negrita la severidad más frecuente en cada nivel de incidencia.

Comprobación del poder patógeno de los hongos aislados

La inoculación de los aislamientos de *Pythium* se manifiesta en forma de podredumbres que aparecen inicialmente en la zona de unión de los cotiledones, haciéndose posteriormente más evidentes, y extendiéndose hacia el sistema radicular de las plantas de lenteja. Los síntomas en la parte aérea sólo se presentan como consecuencia de la pérdida de funcionalidad de la raíz.

Los síntomas causados por la inoculación con *Fusarium oxysporum* fueron generalmente severos, impidiendo incluso la germinación de la semilla. En ocasiones el único síntoma apreciable era un desarrollo anormalmente reducido, tanto de la raíz como de la parte aérea de la planta, y en otras se observó una mancha en la zona del cuello que puede extenderse hacia el tallo. En ningún caso se observaron síntomas de marchitez vascular.

La inoculación de *Fusarium solani* se tradujo en podredumbres en la zona del cuello, inicialmente restringidas al punto de unión de los cotiledones y similares a las ocasionadas por los hongos del género *Pythium*, aunque en este caso la evolución de esta podredumbre hace que se extienda más hacia el tallo que hacia la raíz.

La inoculación de los aislamientos de *Fusarium roseum*, tuvo como principal y casi único síntoma, la no germinación de las semillas. Cuando las plantas llegaron a emerger, algunas de ellas mostraron un desarrollo anormalmente reducido, y otras una ligera podredumbre de la raíz principal. Los índices de patogenicidad de las distintas cepas inoculadas se muestran en la Tabla V.

Tabla V. Índices de patogenicidad de los distintos aislamientos inoculados

Pythium			*Fusarium oxysporum*			*Fusarium solani*		
Cepa	**Índice de patogenicidad**		**Cepa**	**Índice de patogenicidad**		**Cepa**	**Índice de patogenicidad**	
Y-03	0,00	a	U-11	0,04	a	U-48	0,00	a
Y-24	0,00	a	U-08	0,07	a	U-57	0,03	ab
Y-26	0,04	a	U-30	0,14	abcd	U-38	0,08	abc
Y-22	0,06	ab	U-32	0,14	abcd	U-42	0,15	abcd
Y-05	0,06	ab	U-23	0,16	abcd	U-53	0,24	abcde
Y-04	0,07	ab	U-07	0,19	abcd	U-44	0,25	abcde
Y-21	0,07	ab	U-19	0,26	abcd	U-51	0,30	abcdef
Y-12	0,09	ab	U-27	0,30	abcde	U-35	0,31	abcdef
Y-14	0,13	abc	U-17	0,35	abcdef	U-41	0,34	abcdef
Y-16	0,13	abc	U-33	0,35	abcdef	U-54	0,36	bcdef
Y-23	0,14	abc	U-25	0,52	abcdefg	U-37	0,42	cdef
Y-07	0,15	abc	U-21	0,59	cdefg	U-56	0,43	cdef
Y-13	0,17	abcd	U-15	0,61	defg	U-49	0,49	def
Y-25	0,17	abcd	U-04	0,62	defg			
Y-20	0,21	abcd	U-13	0,75	efg			
Y-10	0,28	abcde	U-22	0,80	fg			
Y-01	0,29	abcde	U-10	0,80	fg			
Y-02	0,31	abcde	U-06	0,82	g			
Y-17	0,39	abcde	U-31	0,85	g			
Y-09	0,46	bcde	U-05	0,94	g			
Y-19	0,49	cde	U-29	0,95	g			
Y-15	0,54	de	U-03	0,98	g			
Y-06	0,60	e	U-14	0,99	g			
Y-11	0,62	e	U-09	1,00	g			
			U-18	1,00	g			

Fusarium roseum		
Cepa	**Índice de patogenicidad**	
U-94	0,03	a
U-88	0,08	a
U-82	0,16	a
U-79	0,20	a
U-105	0,27	ab
U-65	0,27	ab
U-91	0,57	b
U-75	1,00	c

Para cada especie, los índices seguidos por la misma letra, no presentan diferencias estadísticamente significativas (p=0,05) de acuerdo con el test de Student-Newman-Keuls.

En el caso de las inoculaciones realizadas con *Ascochyta fabae* f.sp. *lentis*, hongo típicamente foliar, de las 800 semillas inoculadas con 40 cepas del hongo, en 25 de las 750 plantas germinadas (3,3%) se reprodujeron las manchas características de la ascoquitosis. El número de cepas que provocaron estos síntomas fue de 10, y el hongo se reaisló tras la inoculación de 19 de las cepas, tanto en las raíces como en tallos u hojas.

En ninguno de los dos ensayos que pretendieron reproducir la ascoquitosis en el campo se obtuvo un desarrollo epidémico de la enfermedad. Únicamente se observaron algunas manchas con la morfología típica del hongo, y sólo visibles tras una observación detenida.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hongos encontrados en las plantas sanas son prácticamente los mismos que los aislados a partir de plantas con síntomas de enfermedad, y los más frecuentes, *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*, se consideran ambos como agentes causales de podredumbre de la raíz (LINN y COOK, 1977; FLETCHER y col.). Pese a ello, esta enfermedad no llegó a ser un problema digno de mención, presentándose únicamente en algunas plantas aisladas, y sin llegar a formar rodales definidos. *Fusarium oxysporum* es conocido además como agente causal de marchitez vascular (BAYAA y col., 1986), enfermedad que tampoco se manifestó como tal en las parcelas estudiadas.

Otros hongos frecuentemente aislados como los del género *Pythium*, también fueron encontrados junto con *Rhizoctonia solani* por Kaiser y Horner (1980) al realizar un seguimiento quincenal del cultivo, pero únicamente en plantas con síntomas de podredumbre radicular y no en plantas sanas.

En una inspección realizada antes de la recolección, Morrall y Sheppard (1981) encontraron al menos trazas de *Ascochyta* en el 20% de los 54 campos visitados, y consideran que la ascoquitosis es la principal enfermedad de la lenteja en Canadá. Pese a que la prevalencia de esta enfermedad en los campos manchegos puede ser muy superior (88% en 1996) no se considera de importancia, y de hecho los agricultores no tienen conciencia de su existencia.

El número de campos afectados por roya durante las dos campañas estudiadas, fue ligeramente inferior al de aquellos con síntomas de ascoquitosis, aunque en 1997 varias parcelas se vieron seriamente afectadas, hasta el punto de provocar la muerte de la práctica totalidad de las plantas en alguna de ellas. Esta enfermedad es, junto con el oídio, una de las pocas enfermedades realmente consideradas y temidas por los agricultores.

Los ensayos de patogenicidad sirven en este caso, y dada la ausencia de enfermedad en el campo, para confirmar no el agente causal, sino la capacidad de los hongos aislados para producir enfermedad. Capacidad esta que no parece estar relacionada con los síntomas presentes en las plantas a partir de las cuales fueron aislados inicialmente. Cepas de *F.* oxysporum que en el ensayo provocaron la muerte de todas las plantas, se aislaron a partir de plantas sanas, y cepas de *Pythium* con un índice de patogenicidad de 0,0 se encontraban en plantas con síntomas de podredumbre de raíz.

Estos ensayos también permitieron observar en una misma maceta plantas completamente muertas junto a otras perfectamente sanas, manifestando una respuesta diferente de las plantas inoculadas, que indicaría que estas, pese a pertenecer a una misma variedad comercial, mantienen una variabilidad intrínseca elevada.

La incapacidad de reproducir la ascoquitosis en el campo, contrasta con los efectos perniciosos de esta enfermedad en Canadá, donde Ahmed y col. (1996) afirman que las cepas procedentes de España son significativamente menos virulentas que las de Canadá o Nueva Zelanda, donde se utilizan cultivares descritos como resistentes.

Todo esto nos lleva a ver la lenteja como un cultivo perfectamente adaptado a su entorno, tanto físico como biológico, y en equilibrio con unos patógenos que en otros lugares o condiciones pueden llegar a producir daños de consideración.

Pese a la larga tradición de su cultivo, la lenteja se encuentra en un estado de mejora bastante poco avanzado, de forma que generalmente se utilizan cultivares locales, y las variedades comerciales, obtenidas por selección masal, no se alejan mucho de estos cultivares, manteniendo una gran variabilidad genética visible en el aspecto poco homogéneo de las semillas. Además, las técnicas de cultivo actuales no difieren mayormente de las tradicionales, sin causar una presión excesiva, en forma de riegos, abonos o introducción de variedades no adaptadas, que altere el equilibrio en que se encuentra el sistema.

A esta elevada diversidad del cultivo, podemos añadir las especiales condiciones climáticas de La Mancha, con temperaturas muy bajas que pueden prolongarse hasta mayo, y que dan paso en el estío a temperaturas superiores a los 40ºC, limitando el período de actividad de los patógenos, lo que no permitiría la expresión de enfermedades que pueden ser graves en otras circunstancias.

BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of and insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.

AHMED, S.; MORRALL, R.A.A.; KAISER, W.J. (1996). Distribution of mating types of *Ascochyta fabae* f.sp. *lentis*. *Can. J. Plant Pathol.* 18: 347-353.

ALFARO, J. (1988). Cultivo de lentejas. Sin publicar: 10 pp.

BAYAA, B.; ERSKINE, W. (1990). A screening technique for resistance to vascular wilt in lentil. Arab J. Plant Protection 8(1): 33-30.

BAYAA, B.; ERSKINE, W.; KHOURY, L. (1986). Survey of wilt damage on lentils in northwest Syria. Arab J. Plant Protection 4(2): 119-118.

ECHADI, E. (1971). Manual de laboratorio para fitopatología general. Herrero Hnos., sucesores S.A., México: 58 pp.

FLETCHER, J.D.; BROADHURST, P.G.; BANSAL, R.K. (1991). *Fusarium avenaceum*: a pathogen of lentil in New Zealand. New Zealand J. Crop and Horticultural Science 19: 207-210.

FRESNO, J.; CARAZO, G.; CASTRO, S.; DE BLAS, C.; BABIN, M.; ROMERO, J. (1994). Detección e identificación de virosis que infectan lenteja en la Manchuela. (Resumen de poster). VII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología. Sitges, Barcelona.

JIMÉNEZ DÍAZ, R.M.; VARÉS, F. (1983). Información preliminar para un inventario de las enfermedades de leguminosas de grano en España. En Cubero, J.I.; Moreno, M.T. Leguminosas de Grano. Ediciones Mundi Prensa, Madrid: 175-195.

KAISER, W.J.; HORNER, G.M. (1980). Root rot of irrigated lentils in Iran. Can. J. Botany 58: 2.549-2.556.

LIN, Y.S.; COOK, R.J. (1977). Root rot of lentils caused by *Fusarium roseum* 'Avenaceum'. Plant Dis. Reptr. 61(9): 752-755.

MORRALL, R.A.A.; SHEPPARD, J.W. (1981). Ascochyta blight of lentils in western Canada: 1978 to 1980. Can. Plant Dis. Surv. 61(1):7-13.

PONCHET, J.; RICCI, P.; ANDREOLI, C.; AUGÉ, G. (1972). Méthodes sélectives d'isolement du *Phytophthora nicotianae* f. sp. *parasitica* (Dastur) Waterh. a partir du sol. Ann. Phytopathol. 4(2): 97-108.

RODRÍGUEZ MOLINA, M.C. (1996). Ensayo de caracterización de suelos agrícolas y forestales de Extremadura tomando como indicadores a los hongos de los géneros *Fusarium* y *Pythium*: La representatividad del muestreo. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid: 209 pp.

TELLO, J.; VARÉS, F.; LACASA, A. (1991). Análisis de muestras. En Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. MAPA, Madrid: 39-72.

TELLO-MARQUINA, J.C.; ALABOUVETTE, C.; LOUVET, J. (1980). Aptitudes à la conservation des microconidies de *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. Ann. Phytopathol 12: 227-233.

Supresividad de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid frente a hongos fitopatógenos

F. DIÁNEZ, M. SANTOS[1], R. BLANCO[1], J. VILLAESCUSA[1], M. CHEBÂANI[1], P. CASTILLO[1], J. YÉLAMOS[1], F.J. GEA[2], I. TRILLAS[3], M. AVILÉS[4], J. SINOBAS[5], J.C. TELLO[1]

[1] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería.
[2] Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñon (C.I.E.S.C). C/ Peñicas, s/n 16220 Quintanar del Rey (Cuenca).
[3] Dpto. Biologia Vegetal, Facultad de Biologia, Universidad de Barcelona, Av Diagonal 645, 08028 Barcelona.
[4] Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla 41013 Ctra. Utrera. Sevilla.
[5] Dpto. de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.
Este trabajo ha sido financiado por el Programa FEDER, proyecto 1FD97-1322-CO4-01

RESUMEN

La supresividad asociada a residuos compostados es una propiedad importante a tener en cuenta en el marco de la agricultura, ya que puede suponer un descenso en el número de tratamientos requeridos para el control de enfermedades fúngicas. La utilización de diferentes materiales susceptibles de ser empleados como sustratos compostados da origen a la necesidad de analizar la presencia de supresividad y su causa.

En el presente trabajo, se ha caracterizado la supresividad natural o inducida de residuos compostados de orujo de vid, frente a hongos fitopatógenos edáficos. Para ello, se ha llevado a cabo la caracterización y cuantificación de la microbiota bacteriana presente en el compost y se ha evaluado la capacidad antagonista del material (antibiosis, competición, etc.) frente a los hongos patógenos ensayados. Como resultado se ha obtenido una gran diversidad bacteriana, muchas de las cuales han resultado ser supresoras del crecimiento fúngico.

INTRODUCCIÓN

La acumulación de residuos tanto municipales, como industriales, forestales y agropecuarios no siempre se realiza de una forma controlada y son el origen de graves problemas de contaminación, degradación paisajística y desaprovechamiento de espacio. Si bien la técnica más usual para la eliminación de residuos es la incineración, los residuos orgánicos pueden reciclarse y así recuperar parte de su energía mediante el compostaje. Este proceso permite su transformación en materia de

interés agrícola y de comercialización viable: el compost (GOLUEKE, 1972; POINCELOT, 1972; HAUG, 1980; RAVIV y col., 1986). Dicho compost puede ser empleado como abono, enmienda, sustrato o extracto acuoso-fungicida (WELTZIEN, 1991; HOITINK y KEENER, 1993; HAUG, 1993). Pero la característica que queremos destacar en el presente trabajo es la capacidad supresora que presentan los sustratos a base de compost frente a las principales enfermedades fúngicas de origen edáfico (HOITINK, 1980; HOITINK y FAHY, 1986; HOITINK y col., 1993a, b; CAMPBELL, 1994; HOITINK y col., 1996). Numerosos ejemplos ponen de manifiesto esta característica tales como: sustratos a base de compost de frondosas con supresividad frente a enfermedades producidas por *Phytophthora cinnamomi* Rands (HOITINK y col., 1977; HARDY y SIVASITHAMPARAM, 1991), *Rhizoctonia solani* (DAFT y col., 1979; STEPHENS y col., 1981), *Fusarium oxysporum* (CHEF y col., 1983; CEBOLLA y PERA, 1983; TRILLAS-GAY y col., 1986; HOITINK y col., 1991) y nematodos (McSORLEY y GALLAHER, 1995), compost de corteza de pino supresor de enfermedades inducidas por *Phytophthora* spp. (SIVASITHAMPARAM, 1981; SPENCER y BENSON, 1981, 1982), el compost de orujo de uva frente a enfermedades relacionadas con *Pythium aphanidermathum* (MANDELBAUM y col., 1988), el compost de orujo de aceituna frente a la fusariosis vascular del clavel (PERA y CALVET, 1989), entre otros muchos ejemplos.

La microbiota de compost juega el mayor papel en la supresión de fitopatógenos (HOITINK y FAHY, 1986) y en ocasiones, la supresividad de algunos sustratos es dependiente del patógeno y del huésped. Por ello, al estudiar diferentes materiales susceptibles de ser empleados como sustratos no podemos determinar *a priori* la presencia de supresividad y su causa. Es necesario, por ello, evaluar la aparición de este fenómeno utilizando diferentes patosistemas, y en su caso, la naturaleza de la supresividad, tales como antibiosis, competición, hiperparasitismo o resistencia sistémica inducida en la planta huésped (HOITINK y col., 1997). La supresividad asociada a estos materiales es una propiedad especialmente interesante en el marco de la agricultura sostenible, ya que pueden provocar un descenso en el número de tratamientos requeridos para el control de enfermedades e incluso eliminar la necesidad de fumigación en ciertos agrosistemas, con las consiguientes ventajas económicas y medioambientales.

La amplia diversidad de materiales que pueden ser empleados como sustratos se traduce igualmente a una gran diversidad en las propiedades físicas, químicas y agronómicas, por lo que necesitan de una previa caracterización hasta poner a punto la tecnología necesaria para su empleo como sustrato.

El objetivo general de este trabajo es caracterizar la supresividad natural o inducida frente a fitopatógenos edáficos de residuos compostados de orujo de vid. Para ello, se llevará a cabo la caracterización y cuantificación de la microbiota bacteriana (bacterias y actinomicetos) presente en el compost y se realizará una evaluación de la capacidad antagonista del material (antibiosis, competición, etc.) frente a los patógenos ensayados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material de partida

El compost de orujo de vid se compostó en una pila de aire de unos 35-40 m^3. Inicialmente se abonó con 100 kg de nitrato amónico del 33,5%, 75 kg de superfosfato del 18% y 40 kg de sulfato magnésico.

Transcurridos 20 días se aportaron 4 kg más de nitrato amónico, otros 50 kg a los 41 días y finalmente otros 50 kg más a los 3 meses de iniciado el compostaje.

La pila se volteó semanalmente. El pH ascendió paulatinamente desde 6,5 inicial hasta 7,8 final. La temperatura alcanzó los 70ºC a los pocos días de iniciado el compostaje manteniéndose entre 70 y 80ºC. La temperatura posteriormente fue disminuyendo hasta mantenerse entre los 50-60ºC.

Análisis de la microbiota bacteriana

Para el análisis de la microbiota bacteriana se procede a la extracción de los microorganismos presentes en el compost y su posterior distribución en placas de Petri.

El protocolo llevado a cabo para la extracción de los microorganismos del compost ha sido el siguiente: se añaden 10 g de compost (peso húmedo) a 90 ml de agua destilada estéril (10^{-1}). Se agita vigorosamente durante 20 minutos y se realizan diluciones sucesivas (10^{-1}-10^{-8}). Se realiza la extensión de 0,1 ml de cada suspensión sobre el medio de cultivo sólido (20 placas por dilución). El medio de cultivo empleado varió según el tipo de microorganismo a seleccionar mayoritariamente. Para la selección de bacterias se empleó el medio TSA 1/10 y para la selección de actinomicetos se utilizó Agar-agua pH 11 (HO y KO, 1980). Ambos medios contenían cicloheximida (50 ppm) para la inhibición de crecimiento fúngico. Igualmente, se seleccionaron dos temperaturas de incubación: 25ºC para bacterias y actinomicetos mesófilos y 40ºC para bacterias y actinomicetos termófilos. Tras la incubación, se cuantificó el número de colonias bacterianas y actinomicéticas diferentes obtenidas y se transfirieron al azar cinco de cada tipo morfológico a medio fresco.

La cuantificación de los microorganismos capaces de crecer en un medio de cultivo específico ha sido referida como unidades formadoras de colonias (UFCs).

Evaluación de la capacidad fungitóxica de los aislados frente a hongos fitopatógenos edáficos

Para evaluar la capacidad fungitóxica de todos los aislados obtenidos en el análisis de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid, se procedió al enfrentamiento de las cinco unidades formadoras de colonias seleccionadas de cada tipo morfológico observado frente a seis hongos fitopatógenos edáficos: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y *V. fungicola*. Los ensayos de antagonismo se realizaron en los mismos medios de cultivo correspondiente al microorganismo seleccionado (bacteria o actinomiceto) y la temperatura de incubación en todos los casos fue de 25ºC. Los ensayos se realizaron por quintuplicado.

RESULTADOS

Análisis de la microbiota bacteriana

A partir de 10 g de compost de orujo de vid (6,7 g de peso seco) se cuantificaron y clasificaron diferentes morfologías bacterianas, las cuales se clasificaron como ya se han reseñado

anteriormente en bacterias termófilas y mesófilas, y actinomicetos termófilos y mesófilos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla I. La cuantificación de las distintas morfologías se realizó a partir de la dilución 10^{-5} (datos de unidades formadoras de colonias no mostrados).

Evaluación de la capacidad fungitóxica de los aislados frente a hongos fitopatógenos edáficos

Tras la caracterización y cuantificación de la microbiota bacteriana y actinomicética presente en el compost de orujo de vid se procedió a estudiar la capacidad antagonista de cada uno de los tipos morfológicos obtenidos (tomando 5 aislados de cada uno de ellos) frente a los hongos *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Verticillium dahliae*, *Verticillium fungicola* y *Rhizoctonia solani*.

Dado la alta diversidad microbiana obtenida, se realizó un ensayo preliminar para descartar a groso modo aquellos microorganismos en los cuales no se detectaba ningún antagonismo frente a los hongos ensayados. Tras este análisis previo, se obtuvo un bajo porcentaje de bacterias y actinomicetos capaces de inhibir, o al menos reducir, el crecimiento fúngico (Tabla I). Este bajo porcentaje fue más acusado para el caso de las bacterias tanto mesófilas como termófilas. Para mostrar los datos obtenidos de una forma más evidente, se ha englobado los diferentes *Fusaria* en un grupo, a pesar de que en un principio, se obtuvieron diferencias en la especificidad del antagonismo, al igual que ocurría con *Verticillium*. Dicha especificidad se mostraba incluso entre las diferentes razas ensayadas de *Fusarium*.

Tabla I. Microbiota bacteriana obtenida del compost de orujo de vid y porcentaje de antagonismo frente a

Microbiota	Nº total de morfologías	Porcentaje de antagonismo	Antagonismo frente a *Fusarium* (%)	Antagonismo frente a *Verticillium* (%)	Antagonismo frente a *Rhizoctonia* (%)
		Primer ensayo			
Bacterias termófilas	48	4,1 (2)	4,1 (2)	4,1 (2)	2 (1)
Bacterias mesófilas	61	1,6 (1)	0	1,6 (1)	0
Actinomicetos termófilos	24	45,8 (11)	25 (6)	45,8 (11)	8,3 (2)
Actinomicetos mesófilos	48	12,5 (6)	10,4 (5)	12,5 (6)	10,4 (5)
		Segundo ensayo			
Bacterias termófilas	74	4 (3)	2,7 (2)	4 (3)	1,3 (1)
Bacterias mesófilas	72	8,3 (6)	8,3 (6)	8,3 (6)	6,9 (5)
Actinomicetos termófilos	61	5 (3)	3,2 (2)	3,2 (2)	1,6 (1)
Actinomicetos mesófilos	22	9 (2)	9 (2)	9 (2)	9 (2)

***Fusaria, Verticilia y Rhizoctonia.* Entre paréntesis número de morfologías**

Se analizó la capacidad antagonista de los aislados obtenidos del compost de orujo de vid, la cual se debió a dos mecanismos principales: 1- Producción de antibióticos (Foto 1); 2- Competición por nutrientes entre el microorganismo patógeno y «beneficioso» (Foto 2).

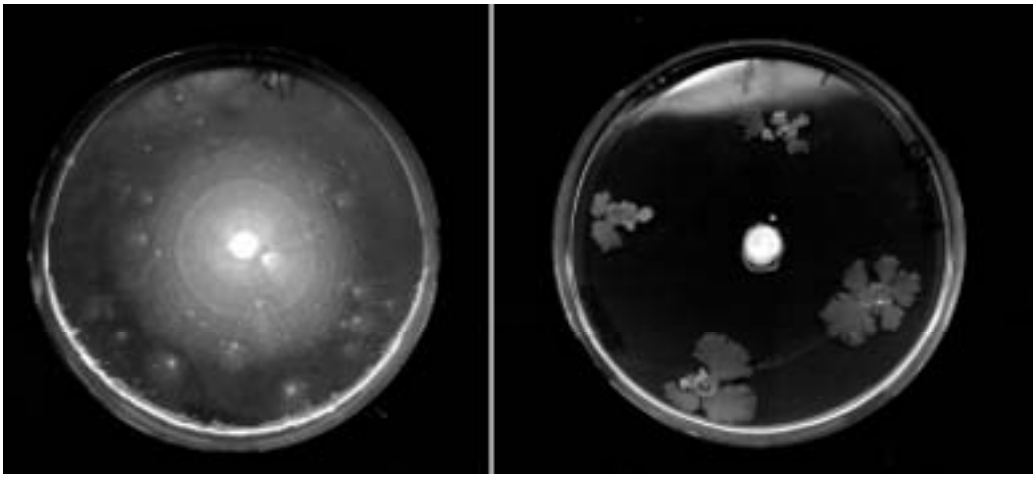


Foto 1. *Antagonismo microbiano debida a la producción de antibióticos. Bacteria termófila frente a* Verticillium dahliae *(a la izquierda el crecimiento de* V. dahliae *control)*

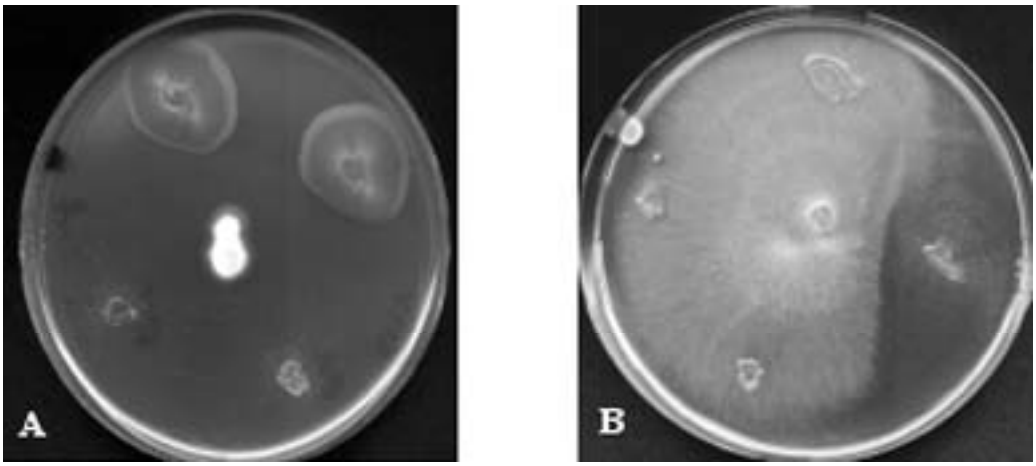


Foto 2. *Competición por nutrientes. A- Bacteria termófila transparente extendida por la placa inhibiendo el crecimiento de* Verticillium fungicola. *En la parte superior, dos bacterias termófilas que no presenta antagonismo. B- Bacteria mesófila inhibiendo el desarrollo de* Fusarium oxysporum *f. sp.* lycopercisi *raza 0 (colonia de la derecha)*

Tras descartar todos aquellos microorganismos que no presentaban antagonismo con ninguno de los hongos ensayados, se procedió a evaluar la intensidad de dicho antagonismo. Para ello se enfrentaron de nuevo cada uno de los aislados frente los diferentes hongos fitopatógenos y se recogieron los valores de crecimiento del hongo cada día.

Los resultados obtenidos muestran que a pesar del bajo número de bacterias, tanto mesófilas como termófilas, que presentaron antagonismo frente a los diferentes hongos en el ensayo pre-

liminar, éstas inhibían el crecimiento fúngico con mayor intensidad que los actinomicetos, aunque dicha intensidad variaba con el hongo fitopatógeno enfrentado. Así, podemos destacar el comportamiento de la bacteria BTV45 frente a los diferentes patógenos (Gráfico 1). En la mayoría de los casos, la reducción del crecimiento fúngico frente a los actinomicetos termófilos y mesófilos no superó el 30%.

DISCUSIÓN

A partir del análisis de la microbiota bacteriana presente en el compost de orujo de vid, se ha obtenido una gran diversidad de microorganismos, muchos de los cuales han resultado ser supresores del crecimiento fúngico. Dicha supresión puede ser tanto específica como generalizada para diversos géneros fúngicos. Así, hemos encontrado varios actinomicetos que inhiben el crecimiento únicamente de *Rhizoctonia solani*, e incluso bacterias cuya actividad supresora es diferente para las dos razas de *Fusarium* utilizadas en el presente trabajo. Otras, sin embargo, han inhibido el crecimiento fúngico a todos los géneros ensayados, como por ejemplo, el citado en la Figura 1.

A pesar del bajo porcentaje de microorganismos supresores que se ha obtenido teniendo en cuenta la alta diversidad presente en este compost, los ensayos que se realizarán a continuación *in vivo* puede damos resultados muy sorprendentes, dado que el sistema que se establece entre la planta, el patógeno y los microorganismos del compost, en nada se parece al establecido *in vitro*.

El estudio de la evaluación supresora de las bacterias y actinomicetos frente a fitopatógenos ha mostrado dos mecanismos principales de supresión –la producción de antibióticos y la competición por nutrientes–. Lógicamente, en el ensayo realizado, es imposible detectar otro de los mecanismos que juega un importante papel en el control de los patógenos del suelo –resistencia inducida en plantas en respuesta al tratamiento con sustratos compostados– (GOLDSTEIN, 1998), siendo necesario un estudio más exaustivo del compost de orujo de vid para determinar el poder supresor de éste. Además, el enriquecimiento del compost con aquellos microorganismos más supresores puede dar lugar a un sustrato idóneo para el control biológico de las enfermedades de las plantas.

Los resultados previsibles de este trabajo en conjunto con los obtenidos por el Proyecto en el cual se enmarca el presente estudio denominado *Aplicación de compost de residuos agroindustriales a la producción vegetal* y en el cual participan diversas Universidades españolas, son de gran interés para el sector productivo, especialmente en aspectos relacionados con la Sanidad Vegetal. Asimismo, la utilización de subproductos agroindustriales renovables y de fácil disponibilidad puede ser una vía alternativa a la utilización de turba, sustrato utilizado de forma generalizada y que presenta el inconveniente de un alto precio y ser un recurso no renovable. Desde el punto de vista medioambiental y de la sostenibilidad de los sistemas agrarios, el uso de sustratos a base de compost reduciría en gran medida el uso químicos que comporta en la mayoría de los casos contaminación de suelos y de aguas, siendo además tóxico para el hombre y otros organismos. Por ello, frente a esta problemática, resulta fundamental el encontrar vías alternativas no contaminantes y que no disminuyan la productividad de los cultivos.

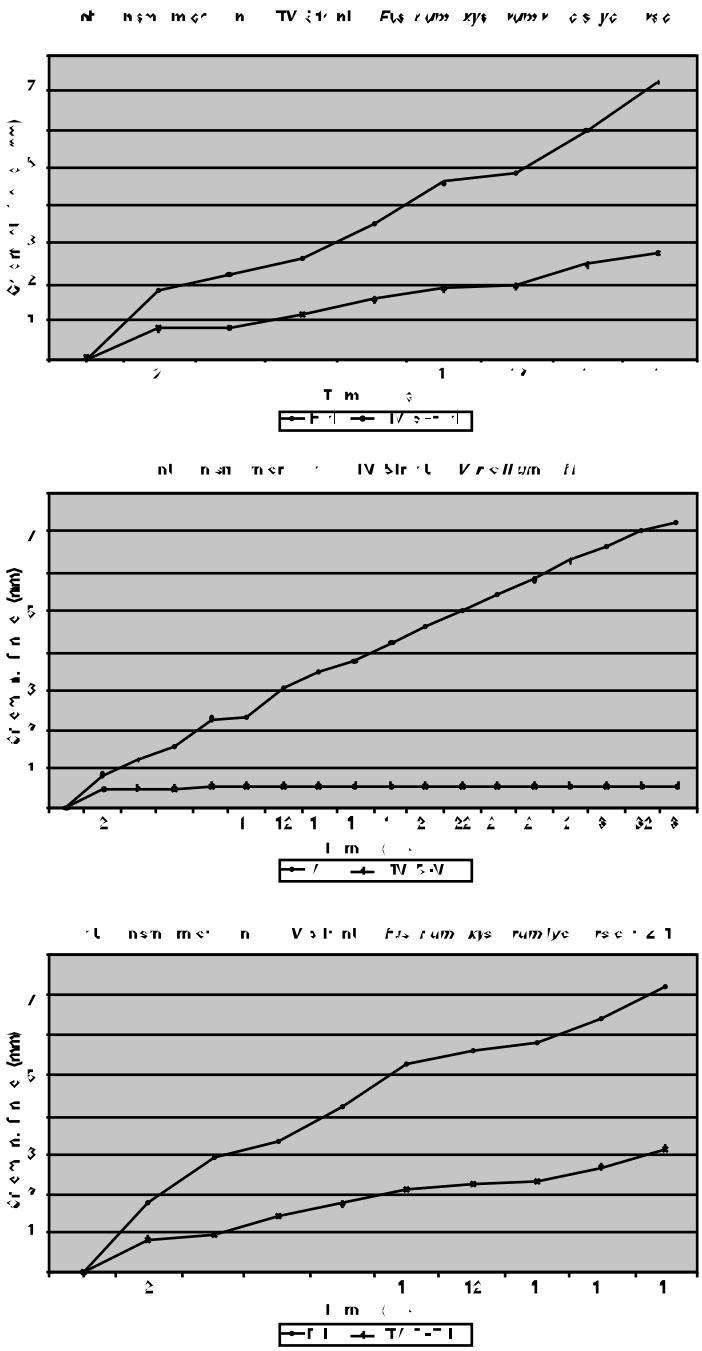


Figura 1. *Antagonismo microbiano de la bacteria termófila BTV45i frente a* Fusarium oxysporum *f. sp.* radicis-lycopersici *(FORL),* Fusarium oxysporum *f. sp.* lycopersici *raza 0 (FOL B),* Fusarium oxysporum *f. sp.* lycopersici *raza 1 (FOL A),* Verticillium dahliae *(Vd),* Verticillium fungicola *(Vf) y* Rhizoctonia solani *(Rs)*

BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL R. (1994). Biological control of soil-bome diseases: some present problems and diferent approaches. Crop protection 13: 4-13.

CEBOLLA V., PERA, J. (1983). Suppressive effects of certain soils and substrates against *Fusarium* wilt of carnation. Acta Horticultura 150: 113-119.

CHEF D.G., HOITINK H.A.J., MADDEN L.V. (1983). Effects of organics components in container media on suppression of *Fusarium* wilt of chrysanthemum and flax. Phytopathology 73: 279-281.

DAFT G.C., POOLE H.A., HOITINK H.A.J. (1979). Composted hardwood bark: A substitute for steam sterilization and fungicide drenches for control of poinsettia crown root rot. HortScience 14: 185-187.

GOLDSTEIN J. (1998). Compost Suppresses disease in the lab and on the fields. Biocycle Nov: 62-64.

GOLUEKE C.G. (1972). Composting: A study of the process and its principles. Rodale Press, Emmaus, Penn.

HARDY G.E.S.J., SIVASITHAMPARAN K. (1991). Suppression of *Phytophthora* root rot by a composted Eucalyptus bark mix. Aust. J. Bot. 39: 153-159.

HAUG R.T. (1980). Compost engineering principles and practice. Ann. Arbor, Arbor Science, Mich.

HAUG R.T. (1993). The practical handbook of composting engineering. Lewis Pub.

HO W.C., KO W.H. (1980). A simple medium for selective isolation and enumeration of soil actinomycetes. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 46: 634.

HOITINK H.A.J. (1980). Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties. Plant Disease 64: 142-147.

HOITINK H.A.J., VANDOREN D.M.J,. SCHMITTHENNER, A.F. (1977). Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in a composted hard wood bark potting medium. Phytopathology 67: 561-565.

HOITINK H.A.J., FAHY P.C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 93-114.

HOITINK H.A.J., INBAR Y,. BOEHM M.J. (1991). Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. Plant Disease 75: 869-873.

HOITINK H.A.J,. KEENER H.M. (1993). Science and engineering of composting: desing, environmental, microbiological and utilization aspects. Renaissance Publications, Worthington, Ohilo.

HOITINK H.A.J., BOEHM M.J., HADAR Y. (1993a). Mechanisms of suppression of soilbome plant pathogens in compost-amendedcsustrates. En: Science and engineering of composting: desing, enviromental, microbiological and utilization aspects Hoitink H.A.J., Keener H.M. eds.. Renaissance Publications, Worthington. Ohilo, pp. 601-621,

HOITINK H.A.J., INBAR, Y., BOEHM M.J. (1993b). Compost can supress soil-borne diseases in container media. American Nurseryman 178: 91-94.

HOITINK H.A.J., MADDEN L.V., BOEHM, M.J. (1996). Relationships among organic matter decomposition level, microbial species diversity and soilborne disease severity. En: Principles and practice of managing soilbome plant pathogens Hall R. ed.. A.P.S. Press, St. Paul, Minnesota, pp. 237-249.

HOITINK H.A.J., STONE A.G,. HAN, D.Y. (1997). Suppression of plant diseases by compost. HortScience 32 (2): 184-187.

MANDELBAUM R., HADAR Y., CHEN Y. (1988). Composting of agricultural wastes for their use as container media. II. Efect of heat treatment on suppression of *Pythium aphanidermatum* and microbial activities in substrates containing compost. Biol. Wastes 26: 261-274.

MCSORLEY R., GALLEAR R.N. (1995). Effect of yard waste compost on plant parasitic nematode densities in vegetable crops. Journal of Nematology 27: 545-549.

PERA J, CALVET C. (1989). Suppression of Fusarium wilt of carnation in a compostedd pine bark and a composted olive pumice. Plant Disease 73: 699-700.

POINCELOT R.P. (1972). The biochemistry and methodology of composting. Bulleting 727, Conn. Agric. Exp. Stn.

RAVIV M., CHEN Y., INBAR Y. (1986). Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plant. En: Chen Y., Avnimelech Y (Eds.). The role of organic matter in modern agriculture. Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 257-287.

SIVASITHAMPARAN K. (1981). Some effects of extracts from tree barks and sawdust on *Phytophthora cinnamomi* Rands. Aust. Plant. Pathol. 10: 18-20.

SPENCER S., BENSON D.M. (1981). Root rot of *Aucuba japonica* caused by *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola* and suppressed with bark media. Plant Disease 65: 918-921.

SPENCER S., BENSON D.M. (1982). Pine bark, hardwood bark compost, and peat amendment effects on development of *Phytophthora* spp. and lupine root rot. Phytopathology 72: 346-351.

STEPHENS C.T., HERR L.J., HOITINK H.A.J., SCHMITTHENNER A.F. (1981). Suppression of *Rhizoctonia* damping-off by composted hardwood bark medium. Plant Disease 65: 796-797.

TRILLAS-GAY M.I., HOITINK H.A.J., MADDEN L.V. (1986). Nature of suppression of *Fusarium* wilt of radish in container medium amended with composted hardwood bark. Plant Disease 70: 1.023-1.027.

WELTZIEN H.C. (1991). Biocontrol of foliar fungal diseases with compost extracts. En: Andrews J.H., Hirano S.S. Microbial Ecology of Leaves. Springer Verlag, New York.

Evaluación de la capacidad supresora de la microbiota presente en el compostado de residuos de olivo (Alperujo)

M. CHEBÂANI[1], P. CASTILLO[1], J. YÉLAMOS[1], F. DIÁNEZ[1], M. SANTOS[1], J. VILLAESCUSA[1], R. BLANCO[1], I. TRILLAS[3], M. AVILÉS[2], J.C. TELLO[1]

[1] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería.
[2] Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla 41013 Ctra. Utrera. Sevilla.
[3] Dpto. Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona. Av Diagonal 645, 08028 Barcelona.
Este trabajo ha sido financiado por el Programa FEDER, proyecto 1FD97-1322-CO4-01. M. Chebâani está financiada por una beca de la AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional).

RESUMEN

En España se produce cada año más de 1.000 millones de kg del subproducto de industria oleícola (orujo de aceituna). En la literatura se citan numerosos ejemplos de sustratos elaborados a partir de composts supresivos para diversas enfermedades de origen edáfico. En base a esto se caracterizó la microbiota total del compost de alperujo y se determinó el poder antagonista de ésta frente a hongos fitopatógenos telúricos.

Después de la caracterización y cuantificación de los microorganismos se realizaron diversos ensayos *in vitro* para comprobar la capacidad supresora de los aislados del compost frente a los siguientes hongos fitopatógenos: *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* (Fol) razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f.sp.*radicis-lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y *Verticillium fungicola*. De los resultados obtenidos, destacamos que las levaduras obtenidas han demostrado antagonismo en todos los casos salvo con *Rhizoctonia solani* y en el caso de las bacterias, encontramos una perteneciente al género *Xanthomonas* que muestra un antagonismo general frente a los hongos fitopatógenos ensayados.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se producen enormes cantidades de residuos tanto municipales, como industriales, forestales y agropecuarios que requieren una eliminación segura. Sólo en España se produce cada año más de 2000 millones de kilos de residuos forestales y agropecuarios, entre ellos, más de 1076 millones de kg. del subproducto de industria oleícola (orujo de aceituna).

Uno de los procedimientos de reutilización de estos residuos es el compostaje. Este último permite la transformación de estos desechos en un material de interés agrícola como abono, enmienda o sustrato con probable actividad fungicida (WELTZEIN, 1991; HOITINK y KEENER, 1993; HAUG, 1993).

En la bibliografía aparecen citados numerosos casos de sustratos, a base de compost supresivos para diversas enfermedades de origen edáfico, tales como: sustratos a base de compost de frondosas con supresividad frente a enfermedades producidas por *Phytophthora cinnamomi* Rands (HOITINK y col., 1977; HARDY y SIVASITHAMPARAM, 1991), *Rhizoctonia solani* (DAFT y col., 1979; STEPHENS y col., 1981), *Fusarium oxysporum* (CHEF y col., 1983; CEBOLLA y PERA, 1983; TRILLAS-GAY y col.,1986; HOITINK y col., 1991) y nematodos (McSORLEY y GALLAHER, 1995), compost de corteza de pino supresor de enfermedades inducidas por *Phytophthora spp.* (SIVASITHAMPARAM, 1981; SPENCER y BENSON, 1981, 1982), el compost de orujo de uva frente a enfermedades relacionadas con *Pythium aphanidermathum* (MANDELBAUM y col., 1988), el compost de orujo de aceituna frente a la fusariosis vascular del clavel (PERA y CALVET, 1989), el sustrato de corcho con supresividad frente a la fusariosis vascular de la sandía, y ha bajado la receptividad a la fusariosis vascular del tomate y ha suprimido las enfermedades inducidas por *Pythium aphanidermathum* sobre el pepino (AVILÉS, 1998), entre otros muchos ejemplos.

De hecho, y en este contexto hemos emprendido varios trabajos de investigación cuyos objetivos son los siguientes: caracterizar la microbiota total del compost de alperujo, bacterias y actinomicetos tanto termófilos como mesófilos y levaduras y determinar el poder antagonista de dicha microbiota frente a hongos fitopatógenos edáficos (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raza 1 y 0, *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Verticillium fungicola*, *V. dahliae* y *Rhizoctonia solani*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Como material de partida se utilizó un compostado de alperujo con cáscara de arroz ya que no tendría utilidad como sustrato agrícola.

El procedimiento de compostaje se hizo en pilas, volteadas semanalmente reponiendo agua, se fertilizó con nitrógeno, al principio y durante el compostaje según la evolución de la temperatura. El proceso de compostaje duró aproximadamente 5 a 6 meses.

Las características del compost de alperujo con cáscara de arroz son las siguientes:

Densidad aparente	0.43
Espacio poroso	79.2%
Capacidad de contenedor (macetas de 1 litro)	46%

Análisis de la microbiota (bacterias, actinomicetes y levaduras), presente en compostado de orujo de oliva con cascarilla de arroz

El análisis de la microbiota total se realizó por conteo en placa de las unidades formadoras de colonias. Se empleo la técnica de suspensiones – diluciones en serie (dillution- plate) descrita por TELLO y col. (1991).

El protocolo llevado a cabo para la extracción de los microorganismos del compost del alperujo ha sido el siguiente: se añaden 10 g de compost (peso húmedo) a 90 ml de agua destilada estéril (10^{-1}). Se agita a 220 r.p.m durante 20 minutos y se realizan diluciones sucesivas (10^{-1}-10^{-8}). Se realiza la extensión de una gota de cada suspensión según el microorganismo que se quiera aislar, 0.1ml para bacterias y actinomcetes, y 0.5ml para la extraccion de las levaduras, sobre el medio de cultivo sólido (15ml por placa, 20 placas/dilución). El medio de cultivo empleado varió según el tipo de microorganismo a seleccionar mayoritariamente. Para la selección de bacterias se empleó el medio agar soja triptona 1/10, para la selección de actinomicetes se utilizó agar-agua pH 11 (HO y KO, 1980) y para la selección de levaduras se emplió el medio glucosa peptona.

Los microorganismos fueron incubados a diferentes temperaturas: las levaduras, bacterias y actinomicetes mesófilos fueron incubados a 25ºC, mientras que bacterias y actinomicetes termófilos lo fueron a 40ºC, durante 24 horas para bacterias termófilas, 48 horas para bacterias mesófilas y actinomicetes termófilos, para actinomicetes mesófilos y levaduras fueron incubados durante 72-96 horas.

Tras la incubación, se cuantificó el número de colonias de bacterias, actinomicetes, levaduras que se caracterizaron en tipos morfológicos y se transfirieron al azar cinco de cada tipo morfológico a medio fresco.

Evaluación de la capacidad antagonista de la microbiota aislada

Para evaluar la capacidad fungitóxica de todos los aislados obtenidos en los análisis de la microbiota presente en el compost de alperujo, se procedió al enfrentamiento de las cinco unidades formadoras de colonias seleccionadas frente a seis hongos fitopatógenos edáficos: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Rhizoc - tonia solani*, *Verticillium dahliae* y *Verticillium fungicola* puestos a diferentes distancias según el crecimiento de cada hongo. Los ensayos de antagonismo se realizaron en los mismos medios de cultivo correspondientes al microorganismo seleccionado y la temperatura de incubación en todos los casos fue de 25ºC. Se realizaron cinco repeticiones para cada aislado.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de la microbiota (bacterias, actinomicetes y levaduras), presente en compostado de alperujo con cascarilla de arroz

Apartir de 10 gr. de peso de compost de orujo de oliva (7.3 gr. y 8.2 gr. de peso seco en la primera y la segunda extracción respectivamente), se cuantificaron y clasificaron diferentes morfologias como muestra la Tabla I.

La Tabla I muestra la dilución y el número de morfologias de los distintos microorganismos encontrados en 10 gr. de peso fresco de compost de alperujo. En ella se pone de manifiesto, que pese a analizar en ambas extracciones, la misma dilución de la muestra, se aprecia un descenso en la cantidad de tipos morfológicos hayados de bacterias termófilas y de actinomicetes, en general.

Tabla I. Cuantificación de morfologías y las diluciones elegidas para las dos extracciones

Microorganismos		Dilución		Morfologías	
		1ª extracción	2ª extracción	1ª extracción	2ª extracción
Bacterias	Mesófilas	5.10^{-7}	5.10^{-7}	21	21
	Termófilas	5.10^{-7}	5.10^{-7}	27	25
Actinomicetes	Mesófilos	10^{-6}	10^{-6}	16	12
	Termófilos	5.10^{-7}	5.10^{-7}	20	11
Levaduras		10^{-8}	10^{-8}	2	2

En la Figura I se advierte una diferencia en la distribución poblacional de la microbiota entre ambas extracciones (6 meses de diferencia entre ambas extracciones): levaduras y actinomicetes termófilos sufrieron un gran detrimento en la segunda extracción, mientras que bacterias mesófilas y actinomicetes mesófilos multiplicaron su población.

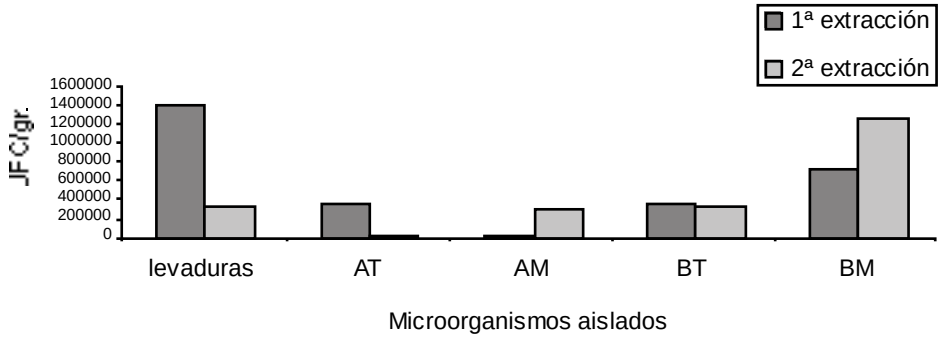


Figura I. *Unidades formadoras de colonias de la microbiota total aislada procedente del compost de alperujo (UFC/ gr) en dos extracciones: Levaduras, actinomicetes mesófilos (AM) y termófilos (AT), bacterias mesófilas (BM) y termófilas (BT)*

Evaluación de la capacidad antagonista de la microbiota aislada

Tras la caracterización y cuantificación de los microorganismos presentes en el compost del alperujo se procedió a estudiar la capacidad antagonista de cada uno de los tipos morfológicos obtenidos frente a los hongos fitopatógenos: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y *Verticillium fungicola* (Tabla II).

Tabla II. Porcentaje de la microbiota antagonista frente a hongos fitopatógenos ensayados. Bacterias mesófilas (BM) y termófilas (BT), Actinomicetes mesófilos (AM) y termófiloa (AT), y levaduras

Hongos fitopatógenos	Primera extracción					Segunda extracción				
	Bacterias		Actinomi-cetes		Leva-duras	Bacterias		Actinomi-cetes		Leva-duras
	BM	BT	AM	AT		M	T	M	T	
Rhizoctonia solani	17	42	0	14	0	50	62	0	100	0
F. o. f.sp *lycopersici* raza 1	50	50	100	29	100	50	23	100	100	50
F. o. f.sp *lycopersici* raza 0	33	33	0	71	100	50	77	33	100	50
F. o. f.sp. *radicis-lycopersici*	33	42	100	86	100	50	39	33	100	50
Verticillium fungicola	83	67	100	14	100	33	85	100	100	100
V. dahliae	83	100	0	43	100	67	54	100	100	100
Nº TOTAL DE MORFOLOGÍAS	21	27	16	20	2	21	25	12	11	2
TOTAL ANTAGONISTAS (%)	43	4	6	35	100	29	5	17	9	100

De los resultados obtenidos a partir de la realización de varios ensayos, se destaca que las levaduras obtenidas han mostrado ser supresoras de la actividad fúngica en todos los casos salvo con *R. Solani* En el caso de las bacterias encontramos aislados que presentan antagonismo especifico y una bacteria termófila perteneciente a *Xanthomonas* que presenta antagonismo general. Los actinomicetos presentan un antagonismo específico frente a los fitopatógenos ensayados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

AVILÉS, M.G. (1998). El residuo industrial de corcho como sustrato hortícola: Su capacidad para regular la expresión de los hongos fitopatógenos del suelo. Tesis Doctoral. Dpto. Biolo. Vege., Prod. Vege. y Ecolo., Esc. Poli. Sup., Univ. Almería.

CEBOLLA, V., PERA, J. (1983). Suppressive effects of certain soils and substrates against *Fusarium* wilt of carnation. Acta Horticultura 150: 113-119.

CHEF, D.G., HOITINK, H.A.J., MADDEN, L.V. (1983). Effects of organics components in container media on suppression of *Fusarium* wilt of chrysanthemum and flax. Phytopathology 73: 279-281.

DAFT, G.C., HOITINK, H.A.J., MADDEN, L.V. (1979). Composted hardwood bark: A substitute for steam sterilization and fungicide drenches for control of poinsettia crown root rot. Hort.Science 14: 185-187

HARDY, G.E.S.J., SIVASITHAMPARAN, K. (1991). Suppression *of Phytophthora* root rot by a composted Eucalyptus bark mix. Aust. J. Bot. 39: 153-159.

HAUG, R.T. (1993). The practical handbook of composting engineering. Lewis Pub.

HO, W.C., KO, W.H. (1980). A simple medium for selective isolation and enumeration of soil actinomycetes. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 46: 634.

HOITINK, H.A.J., KEENER, H.M. (1993). Science and engineering of composting: desing, environmental, microbiological and utilization aspects. Renaissance Publications, Worthington, Ohilo.

HOITINK, H.A.J., VANDOREN, D.M.J., SCHMITTHENNER, A.F. (1977). Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in a composted hard wood bark potting medium. Phytopathology 67: *561-565*.

HOITINK, H.A.J., INBAR, Y., BOEHM, M.J. (1991). Status of compost-amended potting mixes naturally suppressive to soilbome diseases of floricultural crops. Plant Disease 75: 869-873.

MANDELBAUM, R., HADAR, Y., CHEN, Y. (1988). Composting of agricultural wastes for their use as container media. II. Efect of heat treatment on suppression of *Pythium aphanidermathum* and microbial activities in substrates containing compost. Biol. Wastes 26: 261-274.

McSORLEY, R., GALLAHER, R.N. (1995). Effect of yard waste compost on plant parasitic nematode densities in vegetable crops. Journal of nematology 27: 545-549.

PERA, J., CALVET, C. (1989). Suppression of Fusarium wilt of carnation in a composted pille bark and a composted olive pumice. Plant Disease 73: 699-700.

SIVASITHAMPARAN, K. (1981). Some effects of extracts from tree barks and sawdust on *Phytophthora cinnamomi* Rands. Aust. Plant. Pathol. 10: 18-20.

SPENCER, S., BENSON, D.M. (1981). Root rot of *Aucuba japoflica* caused by *Phytophthora cinnamomi* and *P. citri - cola* and suppressed with bark media. Plant Disease 65: 918-921.

STEPHENS, C.T., HERR, L.J., HOITINK, H.A.J., SCHMITTHENNER, A.F. (1981). Suppression of *Rhizoctonia* damping-off by composted hardwood bark medium. Plant Disease 65: 796-797.

SPENCER, S., BENSON, D.M. (1982). Pine bark, hardwood bark compost, and peat amendment effects On development of *Phytophthora* spp. and lupine root rot. Phytopathology 72: *346-35*1.

TELLO, J.C., VARES, F., LACASA, A. (1991). Análisis de muestras. En: Manual de laboratorio. Diagnóstico de hongos, bacterias y nematodos fitopatógenos. M.A.P.A. Madrid, 39-48.

TRILLAS-GAY, MI., HOITINK, H.A.J., MADDEN, L.V. (1986). Nature of suppression of *Fusarium* wilt of radish in container medium amended with composted hardwood bark. Plant Disease 70: 1.023-1.027.

WELTZIEN, H.C. (1991). Biocontrol of foliar fungal diseases with compost extracts. En: Andrews J.H., Hirano S.S. Microbial Ecology of Leaves. Springer Verlag, New York.

Potencial antagonista *in vitro* de la microbiota fúngica aislada de los compostados de alperujo de olivo más cascarilla de arroz, orujo de vid, sustrato agotado de champiñón y residuo industrial de corcho

J. VILLAESCUSA[1], J. YÉLAMOS[1], F. DIÁNEZ[1], M. SANTOS[1], M. CHEBÂANI[1], P. CASTILLO[1], R. BLANCO[1], F. GEA[2], I. TRILLAS[3], M. AVILÉS[4], J. SINOBAS.[5], J.C. TELLO[1]

[1] Dpto.Producción Vegetal. Área de Producción Vegetal. Edificio CITE II- B. Universidad de Almería. Carretera de San Urbano s/n. 4120.
[2] Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñon (C.I.E.S.C). C/ Peñicas, s/n 16220 Quintanar del Rey (Cuenca).
[3] Dpto. Biologia Vegetal, Facultad de Biologia, Universidad de Barcelona, Av Diagonal 645, 08028 Barcelona.
[4] Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla 41013 Ctra. Utrera. Sevilla.
[5] Dpto. de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

La producción de millones de toneladas de residuos anualmente degrada la calidad paisajística de numerosas zonas donde estos restos se acumulan, mientras que su incineración supone la pérdida de una importante fuente de nutrientes. Numerosos compost, o sus derivados, han demostrado capacidad supresora contra diferentes enfermedades de plantas de origen edáfico o aéreo. Con objeto de evaluar el potencial supresor de los compost en estudio se ha examinado la capacidad antagonista de la microbiota fúngica aislada a partir de ellos. La reutilización de estos residuos como enmiendas o sustratos nos aproximaría a una agricultura sostenible, más cuidadosa con el medio ambiente y la salud humana, por dar salida a estos desechos y reducir la aplicación de pesticidas al tratarse de una medida de control biológico.

INTRODUCCIÓN

Numerosos son los distintos tipos de residuos que se acumulan en los campos y en las afueras de las ciudades, frecuentemente sin otra solución más que la quema; se trata de residuos de origen urbano, industrial, agrícola… que se producen, en conjunto, a razón de millones de toneladas por año, causando importantes mermas de la calidad ambiental de un territorio. En cambio, muchos de estos productos podrían ser reutilizados después de un tratamiento conveniente; así, mediante el compostado de los residuos orgánicos pueden obtenerse buenos abonos, en-

miendas o sustratos que vengan a sustituir o complementar los ya existentes. En otro sentido, es conocida la actividad supresora que ejercen ciertos tipos de compostas, y/o sus extractos acuosos, sobre los agentes causantes de distintas enfermedades con origen edáfico y aéreo (HOITINK y col., 1997).

Con la utilización de compost, el control de enfermedades comienza ya con la eliminación de semillas, y de la mayoría de los hongos y nematodos fitopatógenos, que tiene lugar durante el proceso de compostado. Tres factores parecen intervenir en esta erradicación: la elevada temperatura generada en el compostado, la producción de sustancias tóxicas, y el antagonismo desarrollado por microorganismos durante todo el proceso (BOLLEN y col., 1989); si bien, la expresión de supresividad de cada compost, va a depender de la interacción entre sus factores bióticos, abióticos y del patógeno. Aún así, interesantes éxitos se han conseguido ya; de hecho se reconoce en la actualidad, que la «pudrición de raíz» puede ser controlada tan efectivamente a través de compost como lo es por fungicidas (HOITINK y col., 1991). Asimismo, el compostado de cortezas duras de árboles ha sido usado satisfactoriamente en la industria de ornamentales, para la supresión de varias enfermedades, como las causadas por *Phytophthora spp*., *Pythium spp*., *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum f.sp. chrysanthemi* (TRILLAS-GAY y col., 1986).

El uso de este tipo de residuos supone una medida respetuosa con el medio ambiente, y que nos acercaría a una agricultura sostenible, de otro lado menos peligrosa para el hombre por suponer una medida de control biológico.

El objetivo de este trabajo es la evaluación de las capacidades antagonistas *in vitro* de los de la microbiota fúngica hallada en los compostados de alperujo de olivo más cascarilla de arroz, orujo de vid, sustrato agotado de champiñón y residuo industrial de corcho, frente a los patógenos causantes de enfermedades de suelo comunes e importantes como son: *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici raza 0* (F 0), *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici raza 1* (F 1), *Verticillium dahliae* (VD), *Veticillium fungicola* (VF) *y Rhizoctonia solani* (RS).

MATERIAL Y MÉTODOS

El análisis de la microbiota fúngica total se realizó por el método de las diluciones sucesivas. Según éste, 10 g de compost se suspenden en 90 ml agua destilada estéril, agitándose durante 20 minutos en agitador magnético a 200 rpm, transcurridos los cuáles, se realizan sucesivas diluciones decimales que se utilizarán como fuente de inóculo. De estas diluciones se seleccionarán 3-4 de ellas consecutivas, que para el caso de estos compost, estuvieron comprendidas entre la 10^{-4} y 10^{-7} (g/ml). A continuación, se inoculará 1 placa de Petri vacía con 1 ml de la dilución correspondiente, realizándose 10 repeticiones por cada dilución seleccionada y procediéndose seguidamente al cebado de las mismas con 10 ml de medio de cultivo. Este análisis se hizo dos veces, en una ocasión empleando como medio de cultivo agar-malta, y en otra agar-malta acidificada con 25 ml/l de medio de solución al 1% de ácido cítrico en agua estéril, pues ésta favorece la expresión de hongos frente a la de bacterias y levaduras, las cuales, por diferentes fenómenos podrían enmascarar la presencia de algunos hongos. Estas siembras deben incubarse a temperaturas de 25-26ºC y en oscuridad.

Transcurrida una semana, se procede a la clasificación de las colonias obtenidas atendiendo a su género y tipo morfológico.

Hecho esto, se aisló en cultivo puro hasta 5 individuos de cada grupo diferenciado para luego ser utilizados en las pruebas *in vitro* de antagonismo.

Dichas pruebas consistieron en el enfrentamiento individual de cada uno de los patógenos citados: *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici raza* 0 y 1 (F 0 y F 1, respectivamente), *Rhizoc - tonia solani* (RS), *Verticillium dahliae* (VD) y *V. fungicola* (VF), frente a cada uno de los aislados del compost. En ellas se evaluó la respuesta que el crecimiento en común tuvo sobre el patógeno, distinguiéndose cuatro categorias: a) Negativo, si no se puede apreciar ningún tipo de inhibición sobre su crecimiento; 2) Competición, si el aislado del compost llegó a ocupar gran parte de la placa impidiendo el crecimiento del patógeno; 3) Antibiosis: si no habiendo contacto entre ambos microorganismos se producía un cambio en el hábito de crecimiento de este último (velocidad, densidad de micelio…) y 4) Hiperparasitismo: si el aislado parasitó las hifas del patógeno.

Los enfrentamientos se realizaron sobre placa de Petri de 90 mm de diámetro con 10 ml de medio agar malta (AM) a una temperatura de incubación de 25ºC, según las siguientes condiciones: la distancia entre siembras fue de 4 cm para los ensayos con *Fusaria*, 6 cm para los realizados con *R. solani* y 3 cm en el caso de *Verticillia*. La siembra se realizó con discos de AM de 5 mm de diámetro tomados de la zona de crecimiento activo de cada aislado; para el caso de los patógenos, cuando los cultivos de *Fusaria* contaban con 7 días de antigüedad, 20 días los *Verticillia* y 3 días *Rhizoctonia solani*. Los aislados del compost fueron clasificados en dos categorías en función de su velocidad de crecimiento relativa frente a cada patógeno. Así, los aislados de velocidad similar o inferior a los *Fusaria* o *Verticillia* ensayados fueron sembrados respectivamente a la vez que éstos; los más rápidos, se sembraron en las placas de antagonismo transcurridos 4 días en ensayos con *Fusaria*, y una semana después que los *Verticillia*. Los aislados con velocidad de crecimiento inferior a *Rhizoctonia* se sembraron con una semana de antelación, mientras que los de una velocidad similar fueron puestos a la vez.

Los datos presentados de antagonismo corresponden a un ensayo preliminar realizado mediante una sola repetición.

RESULTADOS

En las 4 compostas se halló variabilidad de géneros y tipos morfológicos destacando por su abundancia los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* (datos de unidades formadoras de colonias por gramo no mostrados).

Un total de 25 aislados fueron tomados del compost de alperujo; de ellos, como refleja la Figura 1, al menos el 52% produjeron algún tipo de antibiosis frente a los *Fusaria*, el 64% frente a *R. solani* y *Verticillium fungicola* y el 76% lo hizo con *V. dahliae*. El porcentaje de antagonismo por competición osciló entre el 28-32% de los casos según patógeno.

Del compost de orujo de vid se tomaron 38 aislados. La Figura 2 refleja que el 42,1% de los aislados manifiesta antibiosis frente a las razas 0 y 1 de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* y el 39,5% también son competidores de las mismas. En los enfrentamientos destaca que el 57,9% de los hongos desarrollan antagonismo por competición contra *R. solani*. El 60,5% y entorno al 40% demostraron antibiosis y competición respectivamente frente a los *Verticillia*. Un 36,8% ejerció antibiosis en todos los enfrentamientos.

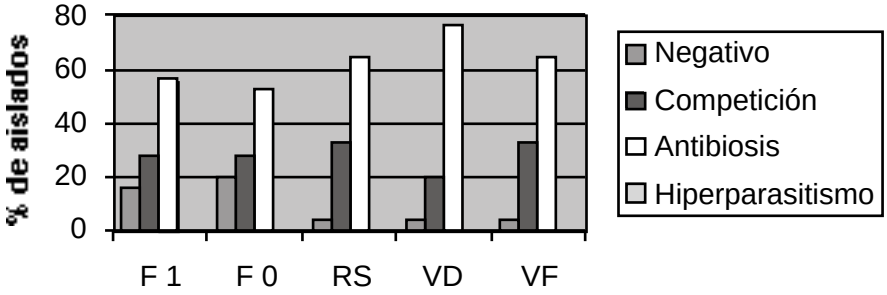


Figura 1. *Tipos de antagonismo en el compost de alperujo*

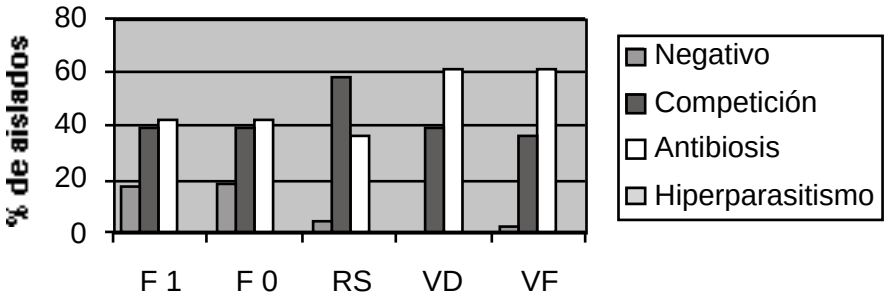


Figura 2. *Tipos de antagonismo en el compost de vid*

Las pruebas de antagonismo de la microbiota fúngica del sustrato agotado de champiñón se realizaron a partir de 32 aislados (ver Figura 3). Estos se mostraron en general muy efectivos por antibiosis, al ejercerla entre un 59,4% y un 68.8% de los casos, según patógenos. El 15,6% de aislados, pertenecientes al género *Trichoderma*, compitió con *R. solani* además de parasitar este hongo. La totalidad de los aislados del compost resultó antagonista frente *V. dahliae* y *V. fungicola* bien por competición bien por antibiosis.

En el compost de corcho se aislaron en total 45 individuos. Como se observa en la Figura 4, un mínimo del 53,3% manifestó antibiosis frente a los *Fusaria* ensayados y un 42,2% lo hizo para los *Verticillia*. Se halló también que el 11,1%, aislados del género *Trichoderma*, parasitó el micelio de *R. solani*.

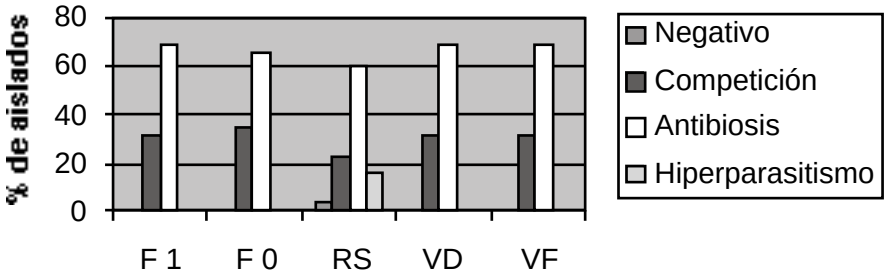


Figura 3. *Tipos de antagonismo en el compost de champiñón*

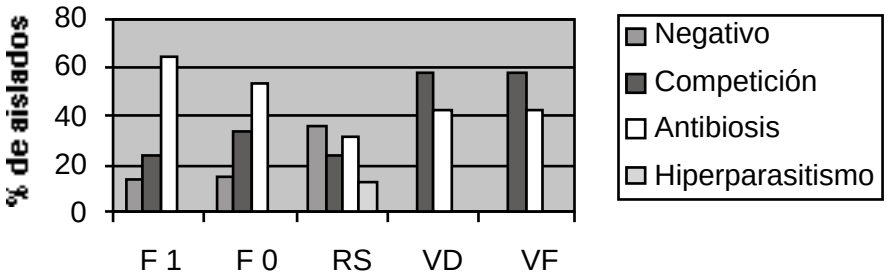


Figura 4. *Tipos de antagonismo en el compost de corcho*

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Programa FEDER, proyecto 1FD97-1322-CO4-01.

BIBLIOGRAFÍA

BOLLEN, G. VOLKER, D. WIJNEN, A. (1989). Inactivation of soil-bome plant patogens during small-scale composting of crop residues. Netherlands Joumal Plant Pathology. 95 suplement 1: 19-30.

HOITINK, H., INBAR, Y., BOEHM, M. (1991). Status of composted-amended potting mixed naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crop. Plant Disease. 75: 869-873

HOITINK, H., STONE, A., GREBUS, M. (1997). Suppression of diseases by composts. Biocycle. 38:4, 40-42. turally suppressive to soilbome diseases of floricutural crop.Plant Disease. 75: 869-873.

TRILLAS-GAY, M., HOITINK, H., MADDEN, L. (1986). Nature of suppression of Fusarium wilt of radish in a container medium amended with composted hardwood bark. Plant disease. Vol. 70, Nº 11, 1.023-1.026.

Una alternativa ecológica para el residuo industrial del corcho: análisis de la capacidad del compost del residuo industrial del corcho para suprimir enfermedades de los cultivos causadas por hongos del suelo

J.R. MONTOYA TORRES[1], A.A. GÓMEZ BAENA[1], R. BLANCO[1], I. TRILLAS[2], M. AVILÉS[3], J.C. TELLO[1]

[1] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería.
[2] Dpto. Biologia Vegetal, Facultad de Biologia, Universidad de Barcelona, Av Diagonal 645, 08028 Barcelona.
[3] Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla 41013 Ctra. Utrera. Sevilla. Departamento Producción Vegetal. Universidad de Almería (Almería).
Este trabajo ha sido financiado por el Programa FEDER, proyecto 1FD97-1322-CO4-01

RESUMEN

El empleo de substratos a base compost de residuos orgánicos se considera una alternativa ecológica para el control de los fitopatógenos del suelo ya que se consideran supresivos o resistentes a enfermedades de origen telúrico.

Se cuantifican los niveles poblacionales de microorganismo y se evalúa in vitro la capacidad supresora de los mismos frente patógenos del suelo del residuo industrial del corcho compostado.

Como resultados hemos obtenido *in vitro* niveles de supresividad de hasta un 95% de inhibición del crecimiento de hongos fitopatógenos. El reciclado y la recuperación de residuos agroindustriales procedentes de la industria del corcho mediante el compostaje puede contribuir por tanto a la sostenibilidad de la producción vegetal evitando el empleo de tratamientos químicos.

INTRODUCCIÓN

El control biológico de fitopatógenos de origen telúrico en contenedores a los que se les ha adicionado compost ha acaparado una gran atención en la última década (HOITINK y FAHY, 1986). Hay considerables evidencias de que varios tipos de composts suprimen diferentes patógenos de origen telúrico (turbas rubias y negras (BOEHM y col., 1993), compost a base de residuos de industrias cerveceras y de residuos urbanos (CRAFT y NELSON, 1996), compost de cortezas de maderas duras (NELSON y HOITINK, 1983), etc.

El estado sanitario de los suelos intensamente cultivados no cesa en su degradación. La repetición ininterrumpida del mismo cultivo entraña la proliferación de agentes patógenos del sue-

lo y ningún procedimiento físico y/o químico permite, realmente, su eliminación. Es en este sentido, donde la lucha biológica y más particularmente la utilización de microorganismos antagonistas contra los parásitos criptogámicos de las plantas adquiere un relieve extremadamente seductor.

En Almería la moderna agricultura bajo plástico asiste al creciente problema de las plagas y enfermedades. Su control con métodos exclusivamente químicos resulta difícil debido a problemas de resistencias, baja eficacia de algunas materias activas o a aplicaciones incorrectas, desconocimiento de la biología y ecología de los insectos y agentes patógenos, etc. Del mismo modo el uso de químicos puede contribuir a la contaminación de los acuíferos tan vitales en nuestra zona.

En nuestro estudio evaluaremos la capacidad del residuo industrial compostado del corcho para suprimir patógenos del suelo. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

- Cuantificar los niveles poblacionales de microorganismos mesófilos y termófilos en el compost del corcho, tanto bacterias como actinomicetos y extraer o purificar el mayor número posible de aislados o colonias.
- Detectar la presencia de microorganismos antagonistas de fitopatógenos y micopatógenos que afectan a los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería y al cultivo del champiñón en la provincia de Cuenca.
- Cuantificar el poder antagonista mediante el estudio *in vitro* del enfrentamiento de los aislados bacterianos y de actinomicetos seleccionados frente a los patógenosde crecimiento de dichos patógenos frente a los aislados bacterianos y de actinomicetos

MATERIALES Y MÉTODOS

Como material biológico se disponía de aislados o colonias puras de seis hongos patógenos: los fitopatógenos *Rhizoctonia solani, Verticillium dahliae, Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* (razas 0 y 1), *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis-lycopersici* y el micopatógeno *Vercillium fungicola*. Como material o compost de partida para realizar las extracciones microbianas se disponía de 6 kg de compost de corcho, de 9 meses de edad o madurez.

Para la determinación de las poblaciones microbianas asociadas al compost del residuo industrial del corcho se realizaron extracciones de bacterias y actinomicetos, tanto mesófilos como termófilos. La técnica empleada fue la de las diluciones decimales e incubación a diferentes temperaturas (25ºC para mesófilos y 40ºC para termófilas). Los medios de cultivo agarizados utilizados durante la conservación y enfrentamientos de antagonismo *in vitro* fueron: 1/10 de TSA (Triptone Soy Agar) para bacterias y AA pH 11 (Agar agua) para actinomicetos (HO y KO, 1980).

Los ensayos *in vitro* de antagonismo se realizaron sobre dichos medios agarizados y en condiciones controladas (25ºC). En estos ensayos se midieron los crecimientos de los hongos patógenos frente a los diferentes aislados bacterianos y de actinomicetos a lo largo del tiempo, comparándose dicho crecimiento con el observado en los testigos o controles. Cada bacteria y actinomiceto seleccionado para este ensayo se enfrentó en cinco placas de petri frente a cada uno de los patógenos estudiados. Los datos de crecimiento obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar si el antagonismo observado *in vitro* entre los diferentes enfrentamientos antagonista – patógeno y los testigos fue significativo o no.

RESULTADOS

El estudio microbiológico del compost de corcho realizado reveló la existencia de los siguientes niveles poblacionales medios: 14 x 10^6 UFC (unidades formadoras de colonias)/g de compost para el caso de los actinomicetos mesófilos estudiados; 7 x 10^7 UFC/g compost para el caso de las bacterias mesófilas; 35 x 10^5 UFC/g compost para el caso de los actinomicetos termófilos; y finalmente 19 x 10^6 UFC/g compost para el caso de las bacterias termófilas. De todos estos microorganismos cuantificados se consiguieron purificar y conservar, para posteriores estudios *in vitro* de antagonismo, un total de 531 aislados o colonias distribuidas de la siguiente manera: 78 aislados de actinomicetos mesófilos, 131 aislados de bacterias mesófilas, 146 aislados de actinomicetos termófilos y 176 aislados o colonias de bacterias termófilas.

De los 531 aislados de partida, 117 aislados (un 22% del total inicial) dieron positivo en los ensayos de antagonismo frente a uno o varios de los hongos patógenos ensayados, es decir, redujeron de un modo significativo (estadísticamente) el crecimiento de los hongos en comparación con los testigos de los mismos. Los actinomicetos mesófilos y las bacterias termófilas fueron los microorganismos que mejor controlaron el crecimiento *in vitro* de los patógenos estudiados.

Se encontraron un total de 72 microorganismos, bacterias y actinomicetos, antagonistas para *Verticillium dahliae* de los cuales existión un aislado que redujo el crecimiento *in vitro* del patógeno hasta en un 95% con respecto de los testigos del patógeno. Un total de 89 antagonistas frente a *Verticillium fungicola*, el mejor de ellos redujo el crecimiento del micopatógeno en un 84% frente a los controles. Un total de 90 casos de antagonismo frente a *F. oxysporum* f.sp *radicis lycopersici*, con un aislado que redujo el crecimiento hasta en un 60% en comparación con los testigos. Un total de 107 casos de antagonismo frente a *F.oxyporum* f.sp *lycopersici* (raza 1), con una reducción máxima del crecimiento de hasta el 74,5% con respecto a los controles. Un total de 93 casos de antagonismo frente a *F. oxysporum* f.sp *lycopersici* (raza 0), con una reducción máxima del crecimiento del hongo de hasta un 74% frente a los testigos. Finalmente se detectaron un total de 65 casos de antagonismo frente a *Rhizoctonia solani*, existiendo un aislado que redujo el crecimiento del patógeno hasta en un 67% respecto de los testigos.

Se ha comprobado en este trabajo cómo en el compost del corcho existen microorganismos antagonistas frente a los distintos hongos patógenos estudiados. Por lo tanto este podría ser un sustrato supresivo para muchas de las enfermedades del suelo que azotan a nuestros cultivos. Se han detectado niveles de supresividad *in vitro* de hasta un 95% de inhibición del crecimiento del patógeno.

El reciclado y la recuperación de residuos agroindustriales procedentes de la industria del corcho mediante el compostaje puede contribuir por tanto a la sostenibilidad de la producción vegetal evitando el empleo de tratamientos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

BOHEM M.J., MADDEN L.V., HOITINK H.A.J. (1993). Effect of organic matter decomposition level on bacterial species diversity and composition in relationship to *Pythium* damping-off severity. Appl. Environ. Microbiol. 59: 4.171-4.179.

CRAFT C.M., NELSON E.B. (1996). Microbial properties composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. Appl.Environ.Microbiol. 62: 1.550-1.557.

HO W.C., KO W.H. (1980). A simple medium for selective isolation and enumeration of soil actinomycetes. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 46: 634.

HOITINK H.A.J., FAHY P.C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann.Rev.Phytopathol. 24: 93-114.

NELSON E.B., HOITINK H.A.J. (1983). The role of microorganisms in the suppression of *Rhizoctonia solani* in container media amended with composted hardwood bark. Phytopathology 73: 274-278.

Evaluación *in vitro* del compostado de champiñón y análisis de su capacidad supresora frente enfermedades edáficas

P. CASTILLO[1], F. DIÁNEZ[1], M. CHEBÂANI[1], J. YÉLAMOS[1], J. VILLAESCUSA[1], M. SANTOS[1], R. BLANCO[1], F.J. GEA[2], I. TRILLAS[3], M. AVILÉS[4], J. SINOBAS[5], J.C. TELLO[1]

[1] Dpto. de Producción Vegetal. Universidad de Almería. La Cañada de San Urbano s/n. 04120 Almería.
[2] Centro de Investigación, Experimentación y Servicios del Champiñon (C.I.E.S.C). C/ Peñicas, s/n 16220 Quintanar del Rey (Cuenca).
[3] Dpto. Biologia Vegetal, Facultad de Biologia, Universidad de Barcelona, Av Diagonal 645, 08028 Barcelona.
[4] Dpto. Ciencias Agroforestales. Universidad de Sevilla 41013 Ctra. Utrera. Sevilla.
[5] Dpto. de Producción Vegetal: Botánica y Protección Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.
Este trabajo ha sido financiado por el Programa FEDER, proyecto 1FD97-1322-CO4-01

RESUMEN

La microbiota del compost juega un papel fundamental en la capacidad supresora de fitopatógenos y, en ocasiones, la supresividad de algunos sustratos dependen del patógeno y del huésped. La supresividad natural es una propiedad a tener en cuenta en el control biológico de enfermedades ya que comporta un descenso en el número de tratamientos pesticidas con las consiguientes ventajas medioambientales y económicas. Por tanto, al estudiar el compostado procedente del cultivo de champiñón debemos evaluar la aparición de supresividad usando patosistemas distintos así como estudiar la naturaleza de ésta, como antibiosis, fungistasis, micoparasitismo o resistencia sistémica inducida.

El objetivo de este estudio consiste, en primer lugar, en determinar el contenido total de bacterias, actinomicetos, levaduras y hongos y en segundo lugar, en evaluar el potencial antagonista «in vitro» de la microbiota aislada. Para ello realizamos distintos bioensayos con los que intentamos conocer el potencial supresor del compost frente a los patógenos ensayados. De igual modo tratamos de conocer que mecanismos de control biológico se dan en cada fenómeno de supresión. Los patógenos utilizados son *Rhizoctonia solani, Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (razas 0 y 1), *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici, Verticillium fungicola y Verticillium dahliae.*

Se obtuvo una gran diversidad de microorganismos, muchos de los cuales han resultado ser supresores del crecimiento fúngico. Esta supresión puede ser general o específica ya que encontramos aislados de levaduras procedentes del compost estudiado que presentaban un gran potencial supresor frente a todos los patógenos ensayados así como especies de *Trichoderma* que

únicamente ejercían su supresión frente a *Rhizoctonia solani.* En la acción supresora ejercida por *Trichoderma* observamos que se llevaba a cabo por al menos dos mecanismos: (1) micoparasitismo y (2) producción de sustancias volátiles.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los residuos generados por las industrias agrícolas, son materia renovable y disponible en gran cantidad, están constituidos fundamentalmente por residuos orgánicos y éstos son apropiados para su compostado y uso como sustrato (GOLUEKE, 1972; POINCELOT, 1972; HAUG, 1980; RAVIV y col., 1986). La microbiota del compost juega un papel fundamental en la capacidad supresora de fitopatógenos y, en ocasiones, la supresividad de algunos sustratos dependen del patógeno y del huésped (HOITINK, 1980; HOITINK y FAHY, 1986; MIGHELI y ALOI, 1992; WHIPPS, 1992; HOITINK y col., 1993a, 1993b; CAMPBELL, 1994; FAHY y col., 1995; HOITINK y col., 1996). Por tanto, al estudiar el compostado procedente del cultivo de champiñón debemos evaluar la aparición de supresividad usando patosistemas distintos así como estudiar la naturaleza de ésta como antibiosis, fungitasis, micoparasitismo o resistencia sistémica inducida. La supresividad natural es una propiedad a tener en cuenta en el control biológico de enfermedades ya que conlleva un descenso en el número de tratamientos pesticidas con las consiguientes ventajas medioambientales y económicas.

En la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, se producen más de 150 millones (REF) de kilos anuales de compost agotado de champiñón, por lo que además, los resultados que se obtengan en este trabajo pueden mejorar las salidas de las que dispone actualmente este residuo y pueden generar unos ingresos adicionales al sector del cultivo del champiñón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de partida

El compost agotado del cultivo del champiñón se compostó en pilas y se volteó semanalmente reponiendo agua, se fertilizó con nitrógeno, al principio y durante el compostaje según la evolución de la temperatura.

El proceso de compostaje duró aproximadamente 5 a 6 meses.

Análisis de la microbiota total

Para el análisis de la microbiota bacteriana se procedió a la extracción de los microorganismos presentes en el compost y su posterior distribución en placas de Petri.

El protocolo llevado a cabo para la extracción de los microorganismos del compost fue el siguiente: se añaden 10 g de compost (peso húmedo) a 90 ml de agua destilada estéril (10^{-1}). Se agita vigorosamente durante 20 mn y se realizan diluciones sucesivas (10^{-1}-10^{-8}). Se realiza la extensión de 0,1 ml de cada suspensión sobre el medio de cultivo sólido (20 placas por dilución). El medio de cultivo empleado varió según el tipo de microorganismo a seleccionar mayoritaria-

mente. Para la selección de bacterias se empleó el medio agar soja triptona 1/10 y para la selección de actinomicetos se utilizó agar-agua pH 11(HO y KO, 1980). Ambos medios contenían cicloheximida (50 ppm) para la inhibición de crecimiento fúngico. Igualmente, se seleccionaron dos temperaturas de incubación (Tabla I): 25ºC para bacterias y actinomicetos mesófilos y 40ºC para bacterias y actinomicetos termófilos. En el caso de las levaduras, se realizó la extracción del mismo modo y se estendió 0,5 ml de cada suspensión sobre el medio GP (Glucosa Peptona) solidificado (10 placas por dilución) y se incubaron a 25ºC.

Para el análisis de la microbiota fúngica se llevó a cabo el mismo proceso de extracción, aunque la siembra se realizó colocando una gota de 1ml de la suspensión en la placa, asi hasta 10 placas por dilución y se continuó añadiendo a cada placa de Petri 10 ml de agar malta acidificada fundida. Se dejó solidificar el agar incubándose a 25ºC.

Tras la incubación, se cuantificó el número de colonias de bacterias, actinomicetos, levaduras y hongos que se caracterizaron y se transfirieron al azar cinco de cada tipo morfológico a medio fresco. La cuantificación de los microorganismos capaces de crecer en un medio de cultivo específico ha sido referida como unidades formadoras de colonias (UFCs).

Tabla I. Condiciones de incubación para el análisis de la microbiota aislada en el compost de champiñón

Condiciones	Bacterias		Actinomicetos		Hongos	Levaduras
	Termófilas	Mesófilas	Termófilos	Mesófilos		
Tª (ºC)	40	25	40	25	25	25
Tiempo incubación (h)	24	96	48	96	96	96

Evaluación de la capacidad supresora frente a hongos fitopatógenos

Para evaluar la capacidad fungitóxica de la microbiota presente en el compost, se procedió al enfrentamiento de las cinco UFC seleccionadas de cada tipo morfológico frente a seis hongos fitopatógenos edáficos: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* razas 0 y 1, *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y *Verticillium fungicola*. Los ensayos de antagonismo se realizaron en los mismos medios de cultivo correspondiente al microorganismo seleccionado y la temperatura de incubación en todos los casos será de 25ºC. Se realizaron cinco repeticiones de cada aislado antagonista.

RESULTADOS

Del análisis de la microbiota total a partir de 10 g de compost de champiñón (9,2 g de peso seco en el ensayo 1 y 9,3 g en el ensayo 2) se cuantificaron y clasificaron las diferentes morfologias que se destacan en las Tablas II y III.

Dada la alta diversidad microbiana obtenida, se realizó un preensayo para eliminar aquellos microorganismos en los cuales no se detectaba antagonismo y se obtuvo gran diversidad de resultados que están resumidos en la Tabla IV.

Lo más destacable de este preensayo es el comportamiento antagonista que tienen las levaduras y los hongos como se observa en la tabla de porcentajes aunque no tenemos datos cuantitativos ya que el ensayo se está realizando en la actualidad, se observó en el preensayo el potencial supresor de *Trichoderma* frente a los hongos fitopatógenos ensayados por medio de acciones de micoparasitismo.

Tabla II. Variabilidad morfológica de la microbiota total presente en el compost de champiñón

Microbiota	Bacterias Termófilas	Bacterias Mesófilas	Actinomicetos Termófilos	Actinomicetos Mesófilos	Hongos	Levaduras
Ensayo 1	19	16	28	33	3	4
Ensayo 2	10	14	10	10	3	2

Tabla III. Caracterización de la microbiota fúngica presente en el compost de champiñón

Géneros	Ensayo 1	Ensayo 2
	Aspergillus *Trichoderma* *Penicillium*	*Aspergillus* *Trichoderma* *Penicillium*

Tabla IV. Evaluación preliminar de la capacidad antagonista de los distintos tipos obtenidos

Microbiota	Número total de morfologías	Porcentaje de antagonismo	Antagonismo frente a *Fusarium* (%)	Antagonismo frente a *Verticillium* (%)	Antagonismo frente a *Rhizoctonia* (%)
			Primer Ensayo		
Bacterias termófilas	19	36	26	21	11
Bacterias mesóilas	16	56	25	51	31
Actinomicetos termófilos	28	14	7	3	7
Actinomicetos mesófilos	33	9	6	6	0
Hongos	3	100	100	67	75
Levaduras	4	100	75	50	75
			Segundo Ensayo		
Bacterias termófilas	10	100	40	100	0
Bacterias mesófilas	14	25	13	13	13
Actinomicetos termófilos	10	90	30	70	30
Actinomicetos mesófilos	10	80	10	80	30
Hongos	3	100	100	67	100
Levaduras	2	50	50	50	0

BIBLIOGRAFÍA

CAMPBELL, R. (1994). Biological control of soil-borne diseases: some present problems and diferent approaches. Crop protection 13: 4-13.

GOLUEKE, C.G. (1972). Composting: A study of the process and its principies. Rodale Press, Emmaus, Penn.

FAHY, P.C., PIKE, D., HEWITT, M. (1995). Biological suppression of fungal diseases in conteiner media: development of fundamental standards. Final report to rural industires. RandD Corporation, NSW Agriculture, Rydalmere.

HAUG, R.T. (1980). Compost engineering principes and practice. Ann. Arbor, Arbor Science, Mich.

HO, W.C., KO, W.H. (1980). A simple medium for selective isolation and enumeration of soil actinomycetes. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 46: 634.

HOITINK, H.A.J. (1980). Composted bark, a lightweight growth medium with fungicidal properties. Plant Disease 64: 142-147.

HOITINK, H.A.J., FAHY, P.C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Re. Phytopathology. 24: 93-114.

HOITINK, H.A.J., BOEHM, M.J., HADAR, Y. (1993a). Mechanisms of suppression of soilborne plant pathogens in compost-amendedcsustrates. En: Hoitink H.A.J., Keener H.M. (Eds.). Science and engineering of composting: desing, enviromental, utilization Publications, Microbiological and aspects. Renaissance Worthington. Ohio, 601-621.

HOITINK, H.A.J., INBAR, Y., BOEHM, M.J. (1993b). Compost can supress soil-borne diseases in container media. American Nurseryman 178: 91-94.

HOITINK, H.A.J., MADDEN, L.V., BOEHM, M.J. (1996). Relationships among organic matter Decomposition level, microbial species diversity and soilborne disease severity. En: Hall R. (Ed.). Principes and practice of managing soilborne plant pathogens. A.P.S. Press, St. Paul, Minnesota, 237-249.

MIGHELI, Q., ALOI, C. (1992). Prospettive d'impiego di substrati repressivi. Colture Protette 5: 83-87.

POINCELOT, R.P. (1972). The biochemistry and methodology of composting. Bulleting 727, Conn. Agric. Exp. Stn.

RAVIV, M., CHEN, Y., HIBAR, Y. (1986). Peat arid peat substitutes as growth media for container-grown plant. En: Chen Y., Avnimelech Y. (Eds.). The role of organic matter in modern agriculture. Martinus Nijhoff publishers, Dordrecht, Netherlands, 257-287.

WHIPPS, J.M. (1992). Status of biological disease control in horticulture. Biocontrol Sci. Technol. 2: 3-24.

Desinfección del suelo mediante biofumigación con solarización en cultivos ecológicos de pimiento de invernadero

M.A. MARTÍNEZ[1], A. LACASA[1], M.M. GUERRERO[1], C. ROS[2], P. GUIRAO[2], M.C. MARTÍNEZ[1], N. BARCELÓ[1], M. ONCINA[1], A. BELLO[3]

[1] Protección de Cultivos. CIDA. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, c/ Mayor s/n. 30150 La Alberca (Murcia).
[2] Programa de Colaboración FECOAM- Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. C/ Caballero, 13. 30003 Murcia.
[3] Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, c/ Serrano, 115. 28006 Madrid.

RESUMEN

La biofumigación con solarización se presenta como una forma eficaz de desinfección del suelo en cultivos de pimiento en los invernaderos de agricultura ecológica del Sureste español. En más de 32 ha se utiliza el estiércol fresco de oveja y la gallinaza como enmienda orgánica de la biofumigación. En invernaderos comerciales y experimentales contaminados por *Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita*, que son los principales patógenos del suelo, se ha ensayado la sustitución de la gallinaza (3 kg/m^2) por harina de soja (0,5 kg/m^2) como aporte rico en nitrógeno al estiércol fresco de oveja (7 kg/m^2), obteniendo aceptables niveles de control de los patógenos, de las malas hierbas y de producción comercial. También se han estudiado los efectos de la reiteración en el mismo suelo de esta forma de desinfección, al mismo tiempo que se reduce la cantidad de enmienda incorporada a base de estiércol fresco de oveja y gallinaza: el segundo y el tercer año las producciones comerciales (11,3 y 11,2 kg/m^2 respectivamente) fueron mayores que las obtenidas en el primer año y en el testigo no desinfectado (10,0 y 9,3 kg/m^2 respectivamente) y del mismo orden que con el bromuro de metilo (11,2 kg/m^2). Con la reiteración se obtiene notables mejoras en el control de *M. incognita*, de las malas hierbas (incluido *Cyperus rotundus*), por lo que la biofumigación con solarización se contempla como una forma sostenible de desinfección del suelo para cultivos de agricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

La biofumigación con solarización se presenta como una forma eficaz de desinfección del suelo para el control de nematodos (BELLO y col., 1997) y de enfermedades fúngicas (GUERRERO y col., 2000) en cultivos de pimiento de invernadero.

En el sureste de España, más de 35 ha de las 1.800 ha de invernaderos que se cultivan de pimiento se desinfectan de esta forma, utilizando una mezcla de estiércol fresco de oveja y gallinaza como enmienda orgánica (LACASA y col., 2002). La mayor parte de la superficie así desinfectada corresponde a cultivos de agricultura ecológica.

En anteriores trabajos (LACASA y col., 1999; GUERRERO y col., 2000) se expusieron los resultados de los ensayos de biofumigación con solarización en distintas fechas del verano y del otoño. Los mejores efectos se obtuvieron cuando la desinfección se inició antes de la primera semana de septiembre (GUERRERO y col., 2000; LACASA y col., 2002).

Las enmiendas orgánicas con una relación C/N entre 8 y 20 tienen actividad biocida sin efectos fitotóxicos para el cultivo (RODRÍGUEZ-KABANA y col., 1987). Dadas las limitaciones que puedan surgir en la disponibilidad de algunos componentes de la mezcla utilizada, se han ensayado otras fuentes de aportación de nitrógeno en la biofumigación. Los efectos se han medido sobre la incidencia de *Phytophthora capsici* y de *Meloidogyne incognita*, que son considerados como los principales patógenos del suelo en los cultivos de pimiento de las comarcas del Sureste (TELLO y LACASA, 1997; BELLO y col., 1997).

La sostenibilidad del método de desinfección se ha estudiado midiendo los efectos de la reiteración de la biofumigación con solarización en el mismo suelo, al tiempo que se reduce progresivamente la cantidad de enmienda aportada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en invernaderos comerciales y experimentales con suelos contaminados de *P. capsici* y/o *M. incognita*, en las campañas 1999/2000 y 2000/2001. Las características de los invemaderos se reflejan en la Tabla I. La plantación se realizó en las fechas habituales, entre mediados de noviembre y mediados de enero.

Tabla I. Características de los invernaderos

	C 99/00	J 99/00	E 00/01
Antigüedad del cultivo	14	1	5
Presencia de *M. incognita*	sí	sí	sí
Presencia de *P. capsici*	sí	sí	no
Variedad cultivada	Orlando	Capino	Ribera

El diseño de los ensayos fue, en todos los casos, de bloques al azar con tres repeticiones por tratamiento y disponiendo de parcelas desinfectadas con bromuro de metilo (BM 98:2) a 30 g/m^2 aplicado en fumigación bajo plástico VIF (Virtualy Impermeable Film) de 160 galgas, y/o parcelas no desinfectadas.

Para evaluar los efectos desinfectantes se midieron los siguientes parámetros: % de plantas afectas por *P. capsici* y su evolución en el tiempo, % de plantas colonizadas por *M. incognita* y el índice de nodulación en las raíces al finalizar el cultivo (escala 0-10, según BRIDGE y PAGE, 1980), la altura de las plantas, el índice de colonización de malas hierbas (0 a 3) y las producciones comercial (según categorías comerciales para cada tipo de variedad) y total.

a) Tipos de enmienda

Se ensayaron las siguientes mezclas y cantidades:

A. 7 kg/m^2 de estiércol fresco de oveja + 3 kg/m^2 de gallinaza.
B. 7 kg/m^2 de estiércol fresco de oveja + 0,5 kg/m^2 de harina de soja.

En los dos invernaderos se inició el proceso en agosto de 1999 extendiendo las enmiendas sobre el suelo labrado y desmenuzado. Inmediatamente se incorporaron al suelo mediante una labor profunda de fresadora. Se pusieron los ramales de riego por goteo, se colocó el plástico (polietileno de 200 galgas) de sellado y se regó durante 4 horas durante dos días consecutivos. El plástico permaneció durante 6 semanas.

b) Reiteración de la aplicación en el mismo suelo

Al reiterar el proceso de biofumigación con solarización (B+S) en años sucesivos en el mismo suelo se ha reducido la cantidad de enmienda aportada. Las variantes ensayadas fueron:

- B+S 1º año: 7 kg/m^2 de estiércol fresco de oveja + 3 kg/m^2 de gallinaza.
- B+S 2º año: 5 kg/m^2 de estiércol fresco de oveja + 2,5 kg/m^2 de gallinaza.
- B+S 3º año: 4 kg/m^2 de estiércol fresco de oveja + 2 kg/m^2 de gallinaza.

Los tratamientos se iniciaron la última semana de agosto de 2000 levantando el plástico (PE de 200 galgas) 6 semanas después. El procedimiento fue el mismo que en los ensayos de tipos de enmiendas orgánicas.

RESULTADOS

a) Tipos de enmienda

Los mejores resultados se obtuvieron, en los dos invernaderos, con la harina de soja como aporte nitrogenado de la enmienda (Tabla II).

En el invernadero donde sólo se había realizado un cultivo de pimiento con anterioridad al ensayo, el control de los patógenos, de las malas hierbas y las producciones comerciales con la harina de soja fueron similares a los obtenidos con bromuro de metilo (desinfectante habitualmente utilizado en la zona en cultivos convencionales) (Figura 1), siendo más reducido el desarrollo de las plantas.

En el invernadero de mayor antigüedad, el control de los patógenos y de las malas hierbas con la harina de soja fue similar al del bromuro de metilo, pero la producción comercial y la altura de las plantas fue inferior (Tabla II). Sólo en el invernadero más joven se encontraron diferencias entre la B+S con harina de soja y la B+S con gallinaza, poniéndose de manifiesto tanto en la producción comercial como en el control de *P. capsici*.

Tabla II. Efecto de la biofumigación con solarización (B+S) con diferentes enmiendas nitrogenadas

	% plantas *P. capsici*	% plantas *M. incognita*	I.N. *M. incognita*	Altura planta (cm)	Produc. comercial (kg/m²)	Índice malas hierbas
Invernadero C						
BM 30 g/m²	0,0 a	52,8 a	1,5 a	113,2 a	9,6 a	0,5 a
B+S (EFO + gallinaza)	0,8 b	44,0 a	1,2 a	94,5 b	8,7 ab	0,4 a
B+S (EFO + h.soja)	0,4 ab	54,2 a	1,7 a	93,2 b	8,1 b	0,5 a
Invernadero J						
BM 30 g/m²	0,0 a	0,0 a	0,0 a	108,0 a	9,8 a	0,3 a
B+S (EFO + gallinaza)	3,1 b	5,6 a	0,1 a	92,5 b	8,6 b	0,7 b
B+S (EFO + h.soja)	0,0 a	0,0 a	0,0 a	89,0 b	9,7 a	0,5 ab

Medias de las columnas de la misma letra no son estadísticamente diferentes (P= 0,05) Test LSD. I.N.= Índice de nodulación, según Bridge y Page (1980)

b) Reiteración de la aplicación en el mismo suelo

La aplicación reiterada de la biofumigación con solarización supone una mejora tanto en el control de *M. incognita* como en la producción (Tabla III), alcanzándose niveles similares a los obtenidos con el bromuro de metilo. Lo mismo ha sucedido en el control de las malas hierbas, siendo de resaltar el efecto gradual observado sobre *Cyperus rotundus*. Sin embargo el efecto sobre el desarrollo de las plantas no mejora significativamente, aunque la altura en las parcelas biofumigadas es mayor que en las no desinfectadas (Tabla III).

La reducción en la cantidad de enmienda incorporada no supuso pérdidas en la eficacia del control de nematodos ni en la cantidad y la calidad de la producción (Figura 2). La reiteración de la biofumigación con solarización ha supuesto, también, una mejora de las características físico-químicas del suelo (FERNÁNDEZ y col., 2001; datos no publicados).

Tabla III. Efecto de la reiteración de la biofumigación + solarización (B+S) en el mismo suelo (Invernaderos sin *P. capsici*)

	% plantas *M. incognita*	I.N. *M. incognita*	Altura planta (cm)	Produc. comercial (kg/m²)	Índice malas hierbas (0-3)
BM 30	36,7 a	1,5 a	164,3 a	11,2 a	0,1 a
B+S 1º año	90,0 b	4,5 b	151,0 b	10,0 b	1,0 b
B+S 2º año	43,3 a	1,8 a	150,2 b	11,3 a	0,4 a
B+S 3º año	40,0 a	1,3 a	153,1 b	11,2 a	0,2 a
Control	100,0 b	6,7 c	143,0 c	9,3 b	3,0 c

Medias de las columnas de la misma letra no son estadísticamente diferentes (P= 0,05) Test LSD.
I.N.= Índice de nodulación, según Bridge y Page (1980).

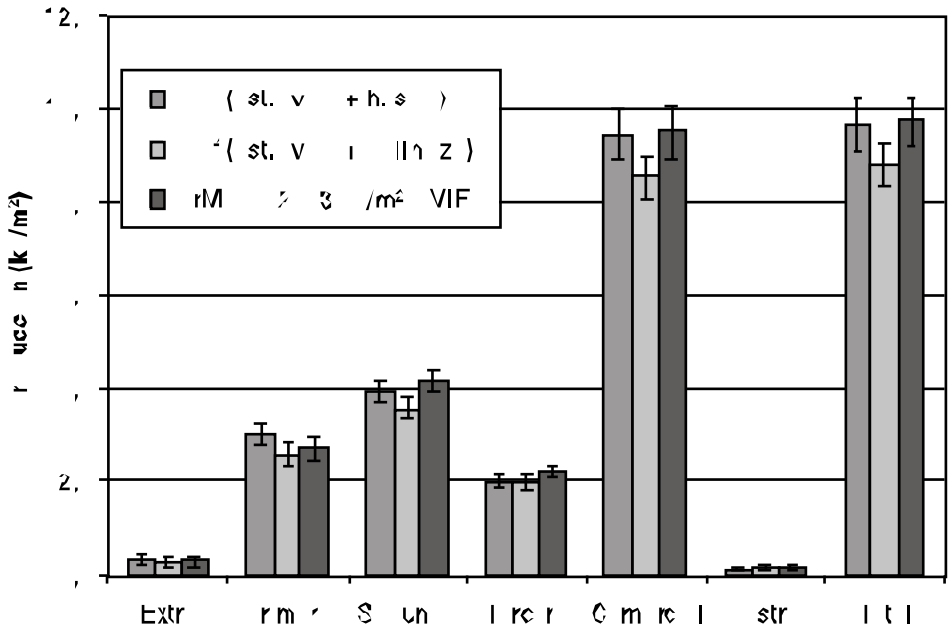


Figura 1. *Producción comercial en el invernadero J con diferentes tipos de enmiendas. Campaña 1999/2000*

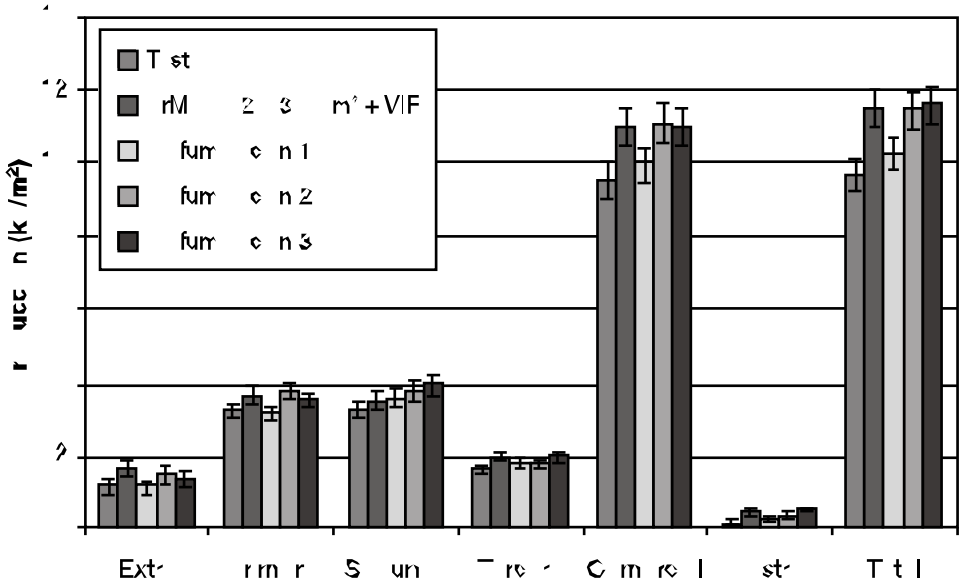


Figura 2. *Producción comercial en invernadero E con reiteración de dos o tres años consecutivos de biofumigación con solarización*

CONCLUSIONES

La gallinaza puede ser sustituida por la harina de soja en la biofumigación con solarización, realizada habitualmente como forma de desinfección del suelo en las producciones ecológicas de pimiento en los invernaderos del Sureste.

La reiteración de la biofumigación con solarización en el mismo suelo proporciona una mejora en la desinfección del suelo, traducida tanto en el control de los patógenos como en un aumento de la producción y en el control de las malas hierbas.

La reducción progresiva de la cantidad de enmienda utilizada, manteniendo la proporción C/N, a medida que se reitera la biofumigación con solarización, no supone reducción en los efectos desinfectantes ni en la producción.

Aunque no se presentan en el presente trabajo, la reiteración de la biofumigación con solarización supone mejoras en las características físico-químicas del suelo, por lo que este método de desinfección del suelo se presenta como una forma sostenible de manejo del suelo en producciones de pimiento bajo normas de agricultura ecológica.

BIBLIOGRAFÍA

BELLO A., ESCUER M., SANZ R., LÓPEZ J.A., GUIRAO P. (1997). Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en cultivo de pimiento. En. «Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero». Publicaciones de la CMAA. Región de Murcia. Jornadas y Congresos, 11: 67-108.

BRIDGE J., PAGES S. (1980) Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. Tropical pest management, 26: 296-298.

GUERRERO, M.M.; LACASA, A.; ROS, C.; GUIRAO, P.; ONCINA, M.; BELLO, A.; MARTÍNEZ, M.C.; TORRES, J.; LÓPEZ, J.A. (2000). La biofumigación como método de control de los patógenos del suelo en cultivos ecológicos de pimiento en invernaderos del Sureste. IV Congreso de la SEAE, Córdoba 19-20 de septiembre. Resúmenes, 51.

LACASA, A.; GUIRAO, P.; GUERRERO, M.M.; ROS, C.; BELLO, A.; BIELZA, P.; LÓPEZ, J.A. (1999). Alternatives to Methyl Bromide for sweet pepper cultivation in plastichouse in South-East Spain. 3º International Workshop «Alternatives to Methyl Bromide for the European Countries». 7-10 december. Heraclion. Creta. Grecia. 41-44

LACASA A., GUERRERO M.M., GUIRAO P., ROS C. (2002). Alternatives to methyl bromide in sweet pepper crops in Spain. International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. Sevilla, Spain 5-8 March. Proceedings: 172-177.

RODRÍGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G.; CHET, Y. (1987). Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. Plant and soil 100: 237-247.

TELLO J., LACASA A. (1997). Problemática fitosanitaria del suelo en el cultivo del pimiento en el Campo de Cartagena. En Posibilidad de alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Publicaciones de la CMAA. Región de Murcia. Jornadas y Congresos, 11: 11-17.

Efectos de la biofumigación con solarización sobre las propiedades de los suelos para cultivos de pimiento en agricultura ecológica

M. ROS[1], J.A. PASCUAL[1], C. GARCÍA[1], T. HERNANDEZ[1], M.M. GUERRERO[2], A. LACASA[2], P. FERNÁNDEZ[3], C. ROS[3], P. GUIRAO[3]

[1] *Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS_CSIC) Campus de Espinardo, Murcia*
[2] *CIDA, Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. C/ Mayor s/n 30150 La Alberca, Murcia*
[3] *Programa de Colaboración FECOAM-CAAMA. C/ Caballero,13. 30003 Murcia*

RESUMEN

La biofumigación se presenta como una forma de desinfección del suelo para el cultivo ecológico de pimiento. Su utilización de una forma adecuada produce una reducción en el número de nemátodos y patógenos fúngicos, y por tanto una disminución de las enfermedades que sufren los cultivos. Este trabajo pretende estudiar el efecto que sobre las propiedades del suelo causa la biofumigación (mediante el uso de estiércol y gallinaza) y posterior solarización, además de los efectos de desinfección anteriormente expuestos. Este estudio demostrará por tanto la validez o no para su uso en sistemas agrícolas tan conscientes de no disturbar los ecosistemas como es la agricultura, en contraposición de otros sistemas de desinfección química, con una clara incidencia negativa sobre el Medio Ambiente y la calidad del suelo. Se pretende demostrar como el uso de la biofumigación en años sucesivos no tiene efecto negativo alguno sobre la calidad del suelo. Para ello se han utilizado parámetros de calidad de suelos tanto físico-químicos, químicos y biológicos y bioquímicos sobre unas muestras de suelo que habían sido sometidas a biofumigación y solarización en dos, tres y cuatros años sucesivos. Los parámetros utilizados fundamentalmente los biológicos y bioquímicos son parámetros muy sensibles capaces de detectar pequeños cambios en las poblaciones microbianas. Del estudio realizado, se demuestra que la utilización del sistema de biofumigación y solarización produce una mejora en el estatus nutricional del suelo, contenido en materia orgánica, así como una revitalización de la actividad microbiana y de los ciclos biogeoquímicos del suelo en comparación con suelos sin aplicaciones orgánicas. La utilización de bromuro de metilo produce una significativa inhibición de la actividad biológica y bioquímica debido a que su carácter biocida, actúa no solo sobre los patógenos sino sobre las poblaciones naturales del suelo. Además, la utilización de la biofumigación y solarización en sucesivos años presenta un mantenimiento de la calidad del suelo, no observándose, en este estudio preliminar, efectos negativos sobre las propiedades del suelo. Por tanto, puede concluirse que la biofumigación con solarización es un método de desinfección de suelo aconsejado en la agricultura ecológica al no solo presentar ningún efecto negativo sobre las propiedades del suelo sino al contrario incluso mejorándolas.

Efectos del bromuro de metilo y la biofumigación con solarización sobre la microbiota fúngica, actinomicética y bacteriana de suelos cultivados con pimiento en Murcia

J.A. YÉLAMOS[1], P. CASTILLO[1], F. DIÁNEZ[1], J. VILLAESCUSA[1], M. SANTOS[1], M. CHEBÂANI[1], R. BLANCO[1], A. LACASA[2], J.C. TELLO[1]

[1] Departamento de Producción Vegetal. Área de Producción Vegetal. Edificio CITE-II B. Universidad de Almería. Carretera de San Urbano s/n. 4120 Almería.
[2] Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. C/ Mayor s/n. 30150 La Alberca (Murcia).

RESUMEN

La retirada del Bromuro de metilo (BM) ha planteado a los expertos la necesidad de encontrar alternativas a su utilización como fumigante de suelos para el control de microorganismos fitopatógenos y de malas hierbas. Estas alternativas tienen que ser viables económicamente, pero no hay que olvidar el criterio ecológico y dar importancia al respeto de estas alternativas con el medioambiente. La biofumigación es una técnica que aprovecha los gases producto de la biodescomposición de la materia orgánica como fumigante; se ha comprobado que cualquier materia orgánica puede ser biofumigante, su eficacia dependerá de la dosis y de la técnica de aplicación; esta técnica es viable económicamente, ya que puede aprovechar los residuos agroindustriales de bajo costo y es respetuosa con el medioambiente. La biofumigación como técnica alternativa al BM se ve favorecida por la solarización. Este trabajo se plantea como objetivo el conocer como se ve afectada la microbiota fúngica, actinomicética, bacteriana por los tratamientos de desinfección, BM y biofumigación con solarización. Todos los tratamientos tienen efecto biocida con toda la microbiota, siendo el BM el que tiene mayor, pero el tratamiento de biofumigación con solarización ve aumentado su poder biocida con la repetición del tratamiento en el tiempo, equiparándose al efecto del BM.

INTRODUCCIÓN

La retirada progresiva del Bromuro de metilo (BM) como fumigante del suelo para el control de hongos, nematodos y malas hierbas debido a su impacto sobre la capa de ozono (MBTOC,1995), plantea la necesidad de buscar alternativas que sustituyan a este plaguicida de amplio espectro, que sean económicamente rentables y respetuosas con el medio amibiente. En España, como miembro de la UE, la fecha de supresión es el año 2005, con una retirada gradual

del 25% que se debería haber realizado en 1998, del 60% en el 2001 y el 75% en el 2003. El consumo de BM en biofumigación en nuestro país es de 4.191 tm. El BM se aplica principalmente en cultivos de fresón (33%), pimiento (29%), hortalizas en general (12%), ornamentales (9%), cucurbitáceas (9%) y otros (8%), siendo las regiones con mayor consumo de BM Andalucía, Murcia, Valencia y Castilla y León. El BM no se utiliza en la mayoría de las regiones autónomas y en cultivos como el tomate, el de mayor demanda en el mundo, ni en frutales, viñedos y plataneras, existen alternativas eficaces al BM en el cultivo de tabaco en Extremadura.

La biofumigación ha sido incluida por el «Methyl Bromide Technical Comitte» como alternativa no quimica al BM, y se ha definido como «la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodescomposición de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas» (BELLO y col., 2000). la técnica incrementa su eficacia en el tiempo, cuando forma parte de un sistema de producción integrada. Se ha comprobado que cualquier tipo de materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia de la dosis y del método de aplicación (BELLO y col., 2000). La diferencia entre la biofumigación y los fumigantes convencionales radica en que los gases obtenidos resultan de la biodescomposición de la materia orgánica y no se conocen efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud (BELLO y TELLO, 1998).

La biofumigación, estimula la actividad microbiana del suelo, se produce una proliferación de microorganismos inicial que depende de los recursos añadidos. Los descomponedores son una fuente de nutrición que favorece la proliferación de hongos nematófagos y nematodos de vida libre, lo que incrementa a la vez el número de nematodos depredadores, omnívoros y entomopatógenos, así como las poblaciones de microartrópodos, protozoos, algas y otros organismos del suelo. El incremento de la actividad microbiana produce tambien un aumento de los niveles de exoenzimas en el suelo.

La producción agrícola obtenida con la aplicación de las técnicas de biofumigación puede alcanzar precios altamente competitivos, debido al aprovechamiento de residuos agroindustriales de bajo costo. Esta técnica no tiene limitaciones de uso dentro de los reglamentos de producción integrada o de agricultura ecológica ya que no tiene efectos negativos en la salud de los consumidores ni en el medioambiente. Debido a la gran variabilidad en el origen de las enmiendas orgánicas y a la posible acumulación de compuestos peligrosos e incremento de los niveles de algunos patógenos, es necesario diseñar protocolos para una caracterización fitosanitaria y agronómica de los materiales a emplear, así como desarrollar técnicas correctas de aplicación en campo.

La solarización es una técnica que, por si sola, no es eficaz en el control de fitopatógenos, especialmente cuando tratamos organismos móviles, como nematodos que se desplazan a zonas más profundas por la acción del calor. La solarización, ha sido eficaz en suelos con alto contenido de materia orgánica (solarización más biofumigación), o suelos poco profundos. La solarización es eficaz cuando es combinada con biofumigación, durante dos meses, a una temperatura ambiental superior a 40ºC. Se ha observado que se produce una pérdida de biodiversidad del suelo.

El objetivo de este trabajo es el estudio del efecto del BM y biofumigación sobre la microbiota del suelo, hongos, bacterias y actinomicetos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras analizadas provienen de un invernadero del Campo de Cartagena (Murcia), donde se cultiva pimiento. El experimento se desarrolló en diferentes parcelas de este invernadero,

realizando los siguientes tratamientos: biofumigación con solarización (con repeticiones en el tiempo de 1, 2 y 3 años) y Bromuro de metilo, dejando parcelas sin tratar que serán los testigos. Se recogerán muestras del suelo antes y después del tratamiento correspondiente, para evaluar el efecto de éste sobre la microbiota telúrica.

Los análisis que se realizarán son: Micoflora total, utilizando como medio de cultivo agar malta acidificado y empleando la técnica de las diluciones sucesivas, obtendremos una aproximación de la flora fúngica presente en el suelo analizado (TELLO y col.); flora fusárica, utilizando Komada, un medio selectivo para F*usarium* (TELLO y col.), actinomicetos mesófilos (25ºC) y termófilos (40ºC), utilizando como medio de cultivo agar agua a pH 11 y empleando la técnica de las diluciones sucesivas, bacterias mesófilas (25ºC) y termófilas (40ºC) utilizando como medio de cultivo TSA y empleando la técnica de las diluciones sucesivas (TELLO y col.).

RESULTADOS

La microbiota fúngica presente en los suelos analizados pertenece a géneros en su mayoría saprófitos como *Rhizopus* y otros mucorales, *Aspergillus*, *Penicillium*; capaces de soportar las temperaturas que se alcanzan en la solarización. Se ha encontrado la presencia en menor medida de otros géneros como *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium*. Se ha encontrado presencia de *Fusarium solani*, *F.oxysporum* y *F.roseum*. El efecto de los diferentes tratamientos sobre la microbiota fúngica es biocida, viéndose como en los tratamientos de biofumigación y solarización se ve aumentado cuantas más repeticiones en el tiempo se realiza, el efecto entonces es comparable al del BM. Esta conclusión es extrapolable a la microbiota actinomicética y bacteriana, y es la conclusión principal del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRES, Mª F; ARIAS, M.; BELLO, A.; BORRUEL, Mª L.; FISAC, R.; LACASA, A.; LÓPEZ Mª M.; NOMBELA, G.; NOVAL, C.; REY, J.M.; TELLO, J.; VALDEOLIVAS, A.; VARES, F. Manual de laboratorio.

BELLO, A.; M.ESCUER; R. SANZ; J.A. LÓPEZ-PÉREZ; P. GUIRAO (1997). Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo de pimiento. *In*: A. López; J.A. Mora (Eds). Posibilidad de Alternativas Viables al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España, 67-108.

BELLO, A.; J.A. GONZÁLEZ; J. TELLO (1997). La biofumigación como alternativa a la desinfección de suelos. Horticultura Internacional nº 17, agosto.

BELLO, A.; J.A. LÓPEZ; R. SANZ; M. ESCUER; J. HERRERO (2000). Biofumigation and organic amendments. *In*: Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries. UNEP, 113-141.

BELLO, A.; J.A. LÓPEZ-PÉREZ; L. DÍAZ-VIRULICHE; J. TELLO (2001). Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. *In*: R. Labrada (Ed.) Report on Validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 pp. (en prensa).

BELLO, A.; J.A. LÓPEZ-PÉREZ; A. GARCÍA-ÁLVAREZ (2001). Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono. Acta Científica y Tecnológica, nº 3.

BELLO, A.; J.A. LÓPEZ-PÉREZ; J. TELLO (2001). El bromuro de metilo como fumigante del suelo: alternativas. Vida Rural, junio, 22-27.

BELLO, A.; J. TELLO (1998). El Bromuro de metilo en la agricultura mediterránea. *In*: A. Bello, J.A. González, J. Pérez-Parra, J. Tello (Eds.). Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura. Seminario Internacional Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, 19-30.

BOLÍVAR, J.M. (1999). Current status of methyl bromide alternatives in Spain. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta (Greece), 139-140.

LACASA, A.; M.M. GUERRERO; P. GUIRAO; C. ROS (2000). Resumen de los resultados de alternativas al bromuro de metilo en el cultivo de pimiento en invernadero. FECOAM, nº 27, Mayo.

LÓPEZ, A.; J.A. MORA (Eds.) (1997). Posibilidades de Alternativas Viables al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua, Murcia, 130 pp.

MBTOC (1998). Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1998 Assessment of Alternatives to Methyl Bromide, UNEP, Nairobi, Kenia, 354 pp.

Solarización: un tratamiento físico de desinfección de suelo que incrementa la producción del cultivo de tomate

S. Díaz Hernández[1], A. Rodríguez Pérez[1,2], P. Domínguez Correa[1], T. Alcoverro Pedrola[1], L. Gallo Llobet[1]

[1] Dpto. Protección Vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA). Apdo. 60, C.P.:38200 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias.
[2] Dpto. de Microbiología y Biología Celular. Facultad de Farmacia. Universidad de La Laguna. C.P.: 38207 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias

La Comunidad Autónoma Canaria se encuentra por encima de la media nacional en consumo de productos fitosanitarios por hectárea. Esta región, a pesar de ser la de menor superficie agrícola utilizable, ocupa un lugar destacado en la compra de fitosanitarios, entre ellos los productos para desinfección de suelo. Las características geográficas y atmosféricas de las Islas Canarias son idóneas para la utilización de la solarización.

Se comparó en un invernadero de tomate bajo malla el efecto de los siguientes tratamientos: solarización, solarización + biofumigación, metam-sodio y testigo sin tratar. La variedad utilizada fue «Boludo», tolerante al «virus de la cuchara» (TYLCV). Los parámetros analizados fueron: altura, diámetro, peso de raíz, producción y población microbiana del suelo. Asimismo, se registró la temperatura a 10 y 30 cm de profundidad mediante un sistema de adquisición de datos.

La solarización se prolongó por un período de 7 semanas, desde julio hasta septiembre. El tratamiento en el que se produjo el mayor incremento de temperatura del suelo fue: Solarización + Biofumigación con 44 y 37º C a 10 y 30 cm de profundidad, respectivamente.

La recolección comenzó el 21 de enero y se prolongó hasta el 24 de abril de 2002. En el suelo solarizado la producción de tomate (7,2 kg/planta) fue significativamente mayor ($p<0,05$) que en el control (6,3 kg/planta). La producción por calibre en los distintos tratamientos osciló entre 51-54% para el calibre M, 22-25% calibre G; 14-16% calibre MM; 3-5% calibre GG; 3-4% calibre MMM y 1% calibre P. La mayor producción se localizó en los meses de febrero y marzo oscilando entre un 72-84% del total de cada subparcela.

El efecto sobre la dinámica de la población de hongos, bacterias y actinomicetos fue similar en todos los tratamientos, observándose una disminución de las poblaciones microbianas respecto al control.

Caracterización de la entomofauna y nematofauna asociada a un cultivo ecológico de patata en La Rioja. Interés de los nematodos entomopatógenos

J. JIMÉNEZ, R. CAMPOS, M. ESCUER, A. GARCÍA, C. GUTIÉRREZ

Departamento de Agroecología, Centro de Ciencias Medioambientales, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Serrano 115, dpdo 28006 Madrid. España

RESUMEN

Los graves problemas sanitarios y medioambientales originados por la utilización masiva e indiscriminada de fitosanitarios en la producción agrícola convencional, plantean la necesidad de buscar y aplicar alternativas menos agresivas con el medioambiente. Esta necesidad es apremiante sobre todo en la protección de cultivos en agricultura ecológica donde no se permite la aplicación de plaguicidas orgánicos de síntesis. Se utilizan técnicas culturales y biológicas como el manejo de enemigos naturales: patógenos, nematodos entomopatógenos, parasitoides y depredadores. Estas técnicas de manejo empleadas en el cultivo de patata en rotación con brécol han permitido un excelente nivel sanitario en la parcela estudiada, no registrándose daños importantes en el cultivo por insectos ni nematodos. El rendimiento en el cultivo de patata ecológica fue excelente. El efecto biofumigante de la incorporación al suelo de los restos del cultivo de brécol limitaron las poblaciones de insectos y nematodos fitoparásitos por debajo de su umbral económico de daños. Además éstas prácticas culturales permitieron el mantenimiento de poblaciones de distintas especies de enemigos naturales tanto en el campo como en los márgenes del mismo. La detección de nematodos entomopatógenos en los márgenes de la parcela y la posibilidad para ser utilizados como agentes de control biológico ha sido uno de los resultados más reseñables de este trabajo. Actualmente, los nematodos entomopatógenos (NEP) son considerados como una de las alternativas compatibles con el medioambiente con más futuro para el control de plagas de insectos. Estos organismos poseen características comunes a depredadores, parasitoides y patógenos, ya que son capaces de localizar activamente a su huésped, resultan muy virulentos a muchas especies de insectos y matan al huésped en pocas horas, tienen un alto potencial reproductivo, pueden criarse masivamente *in vitro*, son fáciles de aplicar y no representan riesgos sanitarios ni medioambientales. Ningún otro agente de control biológico ofrece una lista comparable de atributos

COSTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL DE LOS FITOSANITARIOS

La producción agrícola está ligada históricamente al desarrollo humano. La gran explosión demográfica tras la revolución industrial originó cambios importantes en las técnicas agrícolas,

comenzándose a utilizar de forma constante distintos compuestos químicos capaces de controlar las plagas y aumentar la fertilidad del suelo con el fin de maximizar la producción y poder alimentar a una población en constante crecimiento.

La agricultura convencional representa actualmente más del 99% del mercado mundial. Ese tipo de agricultura se caracteriza principalmente por ser muy intensiva y tener altos rendimientos, pero también tiene altos insumos y utiliza tratamientos profilácticos con plaguicidas muchas veces innecesarios. Lamentablemente, los grandes rendimientos de la agricultura convencional han originado la aparición de un mercado excedentario, y el uso masivo e indiscriminado de agroquímicos ha creado graves problemas de contaminación ambiental y una seguridad alimentaria muy cuestionada por la opinión pública.

Aunque la producción agrícola convencional está ligada al consumo de fitosanitarios, numerosos estudios han demostrado que no existe una relación directa entre el consumo de estos productos y el rendimiento (Figura 1).

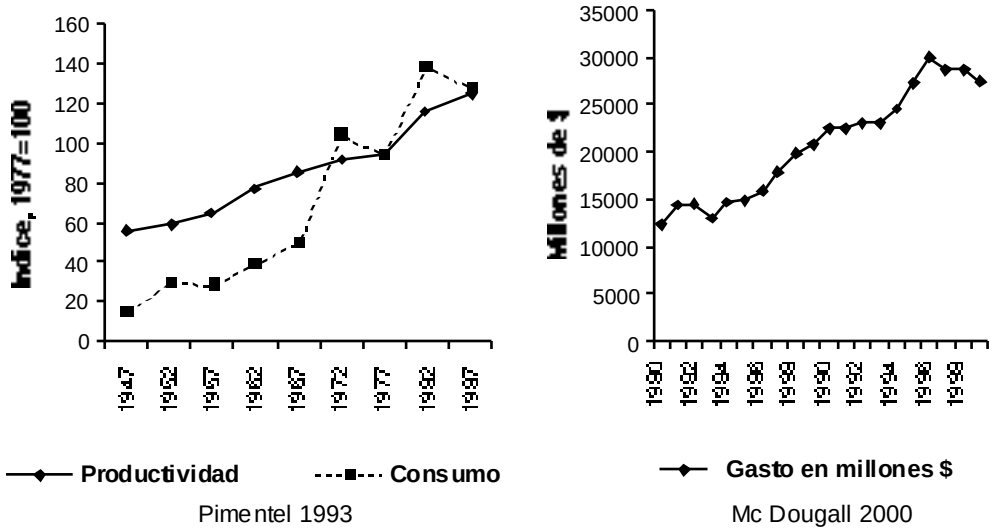


Figura 1. *Producción agrícola, consumo y gasto en agroquímicos*

En Estados Unidos durante el periodo 1947-1988 la producción agrícola se incrementó 2.2 veces, mientras que el consumo de fitosanitarios lo hizo 21 veces (PIMENTEL, 1993). A nivel mundial de 1980 a 1991 se duplicó el gasto en estos productos (MC DOUGALL, 2000). En 1998 en nuestro país, el gasto en agroquímicos alcanzó un valor de 1.215 millones de $ (M.A.P.A., 1999) siendo de 6.500 millones de $ en la Comunidad Europea (CE). Se ha calculado que en la CE se comercializan anualmente 320.000 tm de fitosanitarios. Todo ello implica liberar al medio millones de tm de sustancias con elevada toxicidad, amplio espectro de acción y persistencia en el medio, que originan graves problemas de salud pública (METCALF, 1993) y de contaminación ambiental (GEORGHIOU, 1990; EDWARDS, 1993) sin llegar a obtener los resultados esperados.

Este fenómeno se debe a que a pesar de la aplicación extensiva de insecticidas y funguicidas, no se logran controlar las pérdidas de rendimiento que cada año ocasionan el ataque de plagas enfermedades y malas hierbas a los cultivos (PIMENTEL y LEHMAN, 1993, Figura 2).

A pesar de los esfuerzos realizados en el diseño de nuevos plaguicidas no se ha conseguido contener las pérdidas de rendimiento. En un plazo de 20 años (1974-1994) las pérdidas de rendimiento en cultivos prioritarios se han incrementado de forma significativa: 10.40% en arroz, 65.7% en maíz, 113% en trigo y 145.6% en algodón. Este efecto «boomerang» en la agricultura se debe a que estos compuestos afectan muy negativamente a los parasitoides y depredadores de las plagas que se desean combatir. Además el uso de cantidades cada vez mayores de estos productos, ha provocado una intensa selección que ha dado lugar a la aparición de razas de hongos fitopatógenos y de especies de insectos y ácaros resistentes a una amplia variedad de plaguicidas, lo que implica que estas razas serán ya insensibles o tolerantes a muchos de los nuevos insecticidas que se estén diseñando (GEOURGHIOU, 1990, Figura 2) .

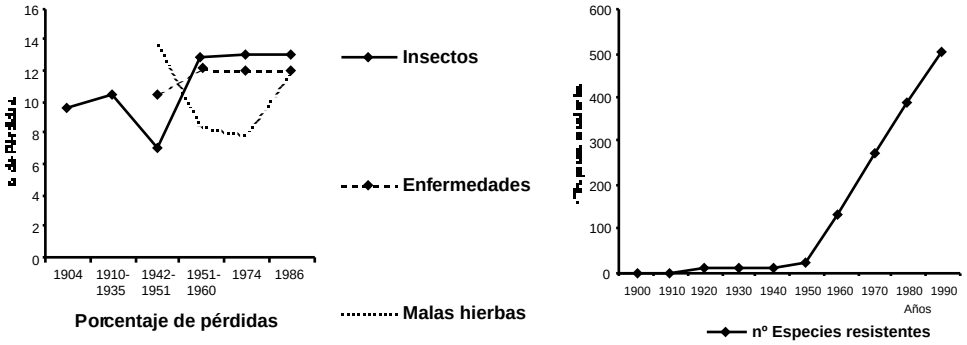


Figura 2. *Porcentaje anual de pérdidas, y evolución del número de especies de insectos y ácaros resistentes a insecticidas*

AGRICULTURA SOSTENIBLE, PRODUCCIÓN INTEGRADA Y AGRICULTURA ECOLÓGICA

El grave impacto ambiental y sanitario ocasionado por la utilización masiva e indiscriminada de agroquímicos en la agricultura convencional ha dado lugar a que la CE, trate de adaptar su producción agrícola a la de la agricultura sostenible, cuyo objetivo es producir alimentos de calidad a un costo aceptable para la sociedad y el medioambiente (WIJNANDS y KROONENBACKBIER, 1993).

La producción integrada es el instrumento, el conjunto de técnicas que dan consistencia al concepto de agricultura sostenible. Se trata de un sistema de producción de alimentos que utiliza al máximo los recursos y mecanismos de regulación naturales, y asegura a largo plazo una agricultura viable. En ella los métodos biológicos, culturales, químicos y demás técnicas, son cuidadosamente elegidos y equilibrados, teniendo en cuenta el medioambiente, la rentabilidad y las exigencias sociales. Sus objetivos son:

1. Integrar al máximo los recursos naturales y los mecanismos de regulación en las actividades de la explotación agraria, para conseguir la máxima sustitución de insumos del exterior.
2. Asegurar la producción sostenible de alimentos y otros productos de alta calidad mediante la utilización preferente de tecnologías respetuosas con el medio ambiente.
3. Mantener los ingresos de la explotación agraria
4. Eliminar o reducir al máximo las fuentes de contaminación provocadas por la agricultura.

La agricultura ecológica, también conocida como agricultura biológica u orgánica, se caracteriza por tener bajos insumos y no utilizar agroquímicos de síntesis, eliminándose así las fuentes de contaminación ambiental. Se trata de un sistema de producción de alimentos que utiliza de forma óptima los recursos y mecanismos de regulación naturales, y asegura a largo plazo un desarrollo agrario y ganadero sostenible. En agricultura ecológica la unidad de tratamiento no es la plaga aislada del medioambiente, si no el conjunto del agroecosistema y utiliza de forma integrada y adecuada las técnicas de control culturales y biológicas como la rotación de cultivos, fechas de siembra, utilización de restos de cosecha, aplicación de bioinsecticidas, manejo de enemigos naturales, etc. Por tanto, es necesario realizar estudios biológicos y ecológicos que permitan identificar los organismos fitófagos, sus enemigos naturales, establecer las relaciones que existen entre ellos y cómo inciden en las mismas las condiciones del medio. Por tanto, para llevar a cabo un control eficaz es necesario:

1. Identificar y evaluar el nivel de población de la plaga
2. Determinar la presencia o ausencia de enemigos naturales
3. Hacer un seguimiento de la dinámica de poblaciones
4. Tomar la decisión de la medida de control a adoptar

La agricultura ecológica se ha convertido en uno de los sectores agrarios más dinámicos de la Unión Europea, con un índice de crecimiento anual del 25%, con una superficie de cultivo que supera el doble de hace cinco años (pasando de 890.000 ha en 1993 a cerca de 2.210.000), y unas previsiones halagüeñas para los próximos años. La agricultura ecológica representa un mercado en expansión que refleja las inquietudes de los consumidores por una alimentación sana y una protección del medio ambiente.

Este tipo de agricultura se encuentra regulado en España desde 1989, en que se aprobó el Reglamento de la Denominación Genérica «Agricultura Ecológica» y su Consejo Regulador, que vino aplicándose hasta la entrada en vigor, el 1 de enero de 1993, del Reglamento 2092/91 del Consejo sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Es de destacar así mismo el Reglamento 1804/1999, por el que se completa, para incluir las producciones animales el Reglamento anterior, publicado el 24 de agosto de 2000. La superficie dedicada en España a la agricultura y a la producción ganadera ecológica ascendía al finalizar el año 2001 a 485.140 ha, según dados del MAPA. (Figura 3). De esta cifra, que supone un incremento del 27% sobre la cifra del pasado año y representa casi el 1,8% de toda la superficie agrícola útil del país, la mitad está ya calificada como Agricultura Ecológica y el resto se considera que está en proceso de conversión.

La tabla I muestra las superficies de distintos cultivos en agricultura ecológica y convencional en la comunidad autónoma de La Rioja. La producción en ecológico en el año 2001 fue de

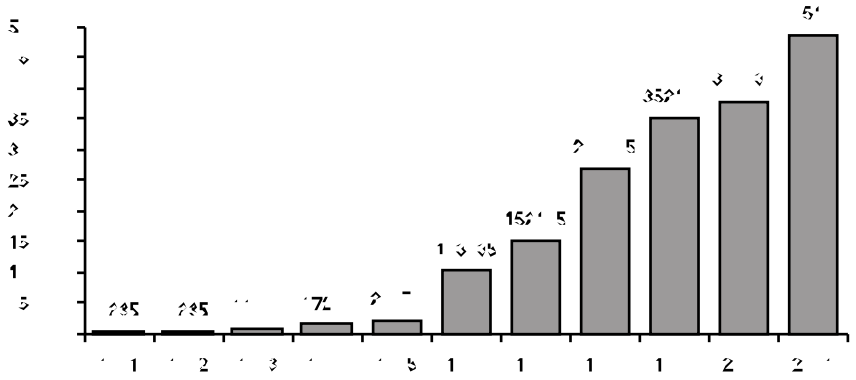


Figura 3. *Evolución de la superficie dedicada en España a producción ecológica*

1420 toneladas, y alcanzó un valor de 2,5 millones de E. Dado el elevado valor que alcanzan los productos ecológicos en el mercado es de esperar un aumento de la superficie dedicada a estos cultivos.

Tabla I. Superficie de los cultivos en La Rioja

Superficie (ha)	Extensivos	Viñedo	Olivo	Frutales	Hortícolas
Total	74.017	36.348	2.496	16.854	12.250
Ecológico	433	151	93	786	73
% Ecológico	0.58	0.41	3.73	4.66	0.59

INCIDENCIA DE INSECTOS PLAGA, NEMATODOS Y ENEMIGOS NATURALES ASOCIADOS A UN CAMPO DE CULTIVO ECOLÓGICO DE PATATA EN ROTACIÓN CON BRÉCOL

Además del viñedo, la patata es otro de los principales cultivos de La Rioja, con un rendimiento de 25.000 y 35.000 Kg ha^{-1} en condiciones de secano y regadío respectivamente. Es el mayor rendimiento de todo el país, debido a que en esta zona se dan las condiciones de temperatura y humedad óptimas para el desarrollo de este cultivo (Figura 4).

Según datos de la Sección de Protección de Cultivos de La Rioja, el cultivo de la patata se ha visto afectado en los últimos años por el ataque de distintas plagas como el gusano de alambre *Agriotes* sp., el escarabajo de la patata *Leptinotarsa decemlineata* y el nematodo *Globodera* sp,. (PÉREZ MARÍN, 1999; ANÓNIMO, 2001; RODRÍGUEZ GARCÍA, 2001). Durante la campaña 2000-2001, utilizando las técnicas de muestreo y extracción de nematodos y gusanos de alambre habituales, se procedió a estimar la entomofauna y nematofauna en un campo de cultivo ecológico de patata en rotación con brécol en La Rioja Alta.

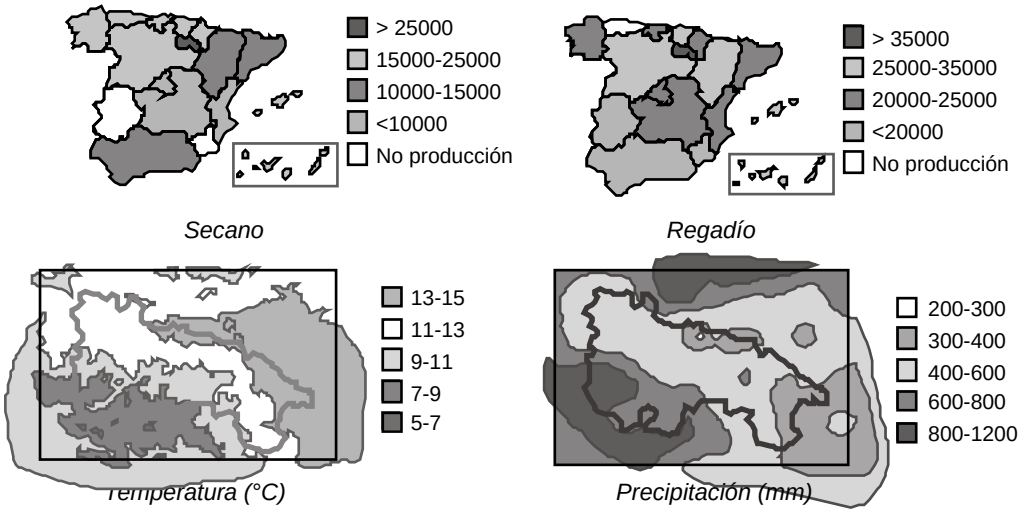


Figura 4. *Rendimiento medio en kg ha^{-1} del cultivo de patata en España desglosado por regiones(MAPA 1999), y mapas de isolíneas de la precipitación anual y la tempera media en La Rioja*

Aunque se realizó un exhaustivo muestreo el mes de mayo con trampas cebo para el gusano de alambre (*Agriotes* sp.), no se detectó en ninguno de los puntos de muestreo. Tampoco se encontró ningún ejemplar de *Agriotes* sp., en la toma de muestras para *Globodera* que se realizó durante el mes de agosto. Los quistes de globodera fueron identificados como *Globodera rostochiensis*, y aparecieron en los muestreos de mayo y agosto, pero en ambas ocasiones resultaron quistes vacíos, por lo que también puede considerarse que este campo está libre de esta plaga. En el caso del escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*) el nivel de población durante la floración y la tuberización se controló con 3 aplicaciones de un bioinsecticida con una riqueza del 32% de *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaky, que aunque es específico de lepidópteros, proporcionó un nivel de control aceptable. Durante este periodo de tiempo se detectaron en los márgenes del campo la presencia de larvas y adultos de los depredadores coccinélidos: *Coccinella septempunctata* e *Hippodamia septemmaculata*.

El nivel sanitario también fue óptimo durante el cultivo del brécol. Se observaron poblaciones del pulgón *Brevicoryne brassicae* durante los meses de Septiembre y Octubre que fueron muy bien controladas por su parasitoide himenóptero asociado *Aphidius* sp, y en ningún caso afectaron a la inflorescencia. También se detectaron dos especies de lepidópteros plaga alimentándose de las hojas: tres larvas de *Autographa gama* durante el mes de septiembre, una de ellas parasitada por un himenóptero de la familia Ichneumonidae. Durante el mes de octubre se recogieron 13 larvas del lepidóptero *Pieris rapae*, 4 de ellas estaban parasitadas por un himenóptero del género *Apanteles* sp. Los bajos niveles de población de las plagas fueron controlados por sus enemigos naturales y no fue necesario realizar ningún tratamiento. Una vez realizada la recolección el resto de la cosecha de brécol se trituró y enterró en el suelo. El efecto biofumigante de la incorporación al suelo de los restos del cultivo de brécol puede estar limitando, como corroboran otros autores, las poblaciones de insectos del suelo y nematodos fitoparásitos por de-

bajo de su umbral económico de daños (BELLO y col., 1998; BOREK y col., 1997; NOBLE y SAMS, 1999).

De todo lo expuesto anteriormente cabe concluir que las técnicas utilizadas en agricultura ecológica, basadas en la eliminación de aplicaciones de plaguicidas orgánicos de síntesis, y la utilización de bioinsecticidas, elección de variedades, fechas de siembra, rotación de cultivos y enterramiento de restos de cosecha, junto con el seguimiento del nivel de poblaciones de las plagas y sus enemigos naturales asociados, han permitido un buen nivel sanitario en el cultivo de patata y brécol. Además estas técnicas permitieron un apreciable ahorro de costes de insumos del 17,23% y un incremento de ingresos netos del 493.83%.

AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA DE UNA CEPA DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS (NEPs)

Uno de los resultados más relevantes del estudio realizado, ha sido el aislamiento de una cepa de nematodos entomopatógenos a partir de una larva procedente de un agregado de 149 larvas del último estadío de *Bibio hortulanus* (Diptera; Bibionidae), que se recogieron al principio de la primavera en los márgenes del campo. El agregado de larvas presentó una acusada epizootia causada por la infección por NEPs.

Los NEPs pertenecen a dos familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, y presentan características comunes a depredadores, parasitoides y patógenos, que les confieren un gran valor para ser utilizados en control biológico. Son capaces de localizar activamente a su huésped, resultan muy virulentos a muchas especies de insectos y matan al huésped en pocas horas, tienen un alto potencial reproductivo, pueden criarse masivamente «in vitro», son fáciles de aplicar y no representan riesgos sanitarios ni medioambientales (GAUGLER y KAYA, 1990; GAUGLER, 2001). Los NEPs causan la muerte del insecto debido a que presentan una asociación simbiótica con bacterias entéricas del género *Xenorhabus*, en el caso de Steinernematidae, y *Photorhabdus* en el caso de Heterorhabditidae. Estas bacterias no pueden sobrevivir en suelo ni producir la muerte del insecto por ingestión. Los Steinernemátidos y Heterorhabdítidos proporcionan a estas bacterias la protección necesaria para la supervivencia fuera del huésped y la forma de transmisión. Así mismo, también proporcionan a estas bacterias protección frente algunos mecanismos de defensa del insecto (GÖTZ y col., 1981).

La figura 5 representa el ciclo biológico de los nematodos entomopatógenos. Las formas infectivas de estos nematodos, denominadas «larvas dauer», corresponden al tercer estadío juvenil y es la única fase del ciclo biológico del nematodo que se encuentra fuera del insecto y además es portadora de las bacterias simbiontes. En este estado, el nematodo posee la boca y el ano cerrado, sobreviviendo en el suelo de las reservas acumuladas antes de la salida del insecto huésped. Cuando el nematodo penetra en el huésped, se liberan las bacterias, se multiplican rápidamente, y producen la muerte del insecto en 24-48 h. Los nematodos se alimentan de los tejidos degradados del huésped, completan su desarrollo, se reproducen durante 2-3 generaciones, y después salen al exterior los juveniles infectivos.

Con los juveniles infectivos obtenidos de una larva infectada del agregado *B. hortulanus* se realizaron varios ciclos de multiplicación en larvas de *Spodptera littoralis*, para obtener machos y formas juveniles y proceder a la identificación de la especie mediante el estudio morfométrico de 30 ejemplares (HOMINICK, 1997). La cepa aislada fue identificada como *Steinernema*.

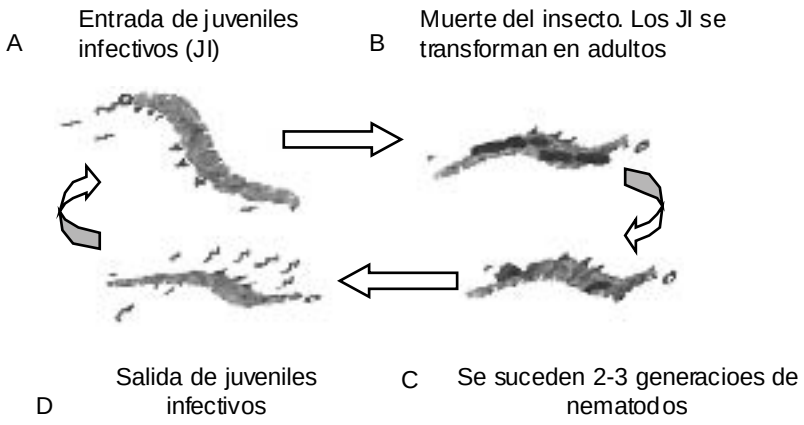


Figura 5. *Ciclo biológico de los nematodos entomopatógenos*

feltiae Filipjev, y se mantuvo en el laboratorio mediante cría masiva *in vivo* en *S. littoralis* utilizando la metodología de Woodring y Kaya (1988).

La caracterización biológica de la cepa aislada se llevó a cabo mediante la realización de distintos bioensayos de virulencia, capacidad de penetración y potencial reproductivo, siguiendo la metodología de Glazer y Lewis (2000). Los resultados obtenidos muestran su alta virulencia frente a los lepidópteros noctúidos *S. littoralis* y *Trichoplusia ni* que además fueron los huéspedes más adecuados para el desarrollo y multiplicación del nematodo (Tabla II).

Tabla II: Insectos huéspedes sensibles a la dosis de 75 JI / cm² de la cepa autóctona de *Steinernema feltiae*

Especie	% Mortalidad	Días a morir	Días a salir JI	JI/mg Insecto
LEPIDOPTERA				
Spodoptera littoralis	100.00±0.00[a]	2.74±0.09[b]	8.43±0.14[a]	103.94±4.84[a]
Trichuplusia ni	100.00±0.00[a]	2.56±0.07[ab]	8.44±0.07[a]	204.88±7.87[b]
Sparganothis pilleriana	50.00±8.02[b]	3.54±0.25[c]	7.20±0.44[b]	36.58±9.35[c]
COLEOPTERA				
Leptinotarsa decemlineata	40.00±8.43[b]	6.60±0.40[d]		0.05±0.014[d]
Tenebrio mollitor	22.00±7.57[c]	2.18±0.18[a]	8.00±1.21[ab]	117.72±38.6[a]
Agriotes sp.	—	—	—	—

* Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes entre sí (Prueba Duncan, P=0,05)

Utilizando el análisis Probit para calcular la DL_{50}, se comprobó que la cepa autóctona fue más eficaz frente a *S. littoralis* que una cepa comercial y que además presentó mayor capacidad de penetración (Tabla III)

Tabla III. Concentración letal estimada, límites de confianza, y porcentaje de penetración de la cepa autóctona y comercial de *S.feltiae* frente a *S.littoralis.*

Cepas de *S. feltiae*	DL_{50} nematodos/cm²	% Penetración
Autóctona	2 (1,34-2,91)	85
Comercial	6 (3,85-7,40)	22

CONCLUSIONES

1. Las técnicas de manejo empleadas en el cultivo ecológico de patata en rotación con brécol han permitido un excelente nivel sanitario en la parcela estudiada, no registrándose daños importantes en el cultivo por insectos ni nematodos.

2. El empleo de tales técnicas permiten el mantenimiento de poblaciones de distintas especies de enemigos naturales, tanto en el campo como en los márgenes del mismo, que contribuyen a la regulación natural de las poblaciones de insectos plaga.

3. Los prometedores resultados obtenidos en los ensayos de virulencia de la cepa autóctona de nematodos entomopatógenos, apuntan la posibilidad de que pueda controlar eficazmente las plagas producidas por lepidópteros noctúidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Unión de Agricultores y Ganaderos de La Rioja – Coordinadora de organizaciones de Agricultores y Ganaderos (UAGR-COAG) la ayuda financiera para la realización de este trabajo. También dan las gracias al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por la beca FPU recibida.

BIBLIOGRAFÍA

ANÓNIMO (2001). Incidencia de las plagas y enfermedades en las Comunidades Autónomas en 2000. La Rioja. *Phytoma* 127: 36-40.

BELLO, A., GONZÁLEZ, J.A., ARIAS, M.; RODRÍGUEZ-KABANA R. (Eds.) (1998). Alternatives to methylbromide for the southern european countries. Phytoma España, Valencia 404 pp.

BOREK, V., ELBERSON, L.R., MCCAFFREY, J.P.; MORRA, M.J. (1997). Toxicity of rapeseed meal and methyl isothiocyanate to larvae of the black vine weevil (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.*: *90*: 109-112.

EDWARDS, C.A. (1993). The impact of pesticides on the enviroment. pp. 13-46. En: *The pesticide question. Environment, economics and ethics.* Pimentell, D. & Lehman H. Eds. Chapman & Hall, New York. 441 pp.

GAUGLER, R. (Ed.) (2001). *Entomopathogenic nematology.* CABI Publishing. Wallinford, Oxon, UK. 387 pp.

GAUGLER, R.; KAYA, H. (Eds.) (1990). *Entomopathogenic nematodes in biological control.* CRC Press, Boca Raton Fl. 365 pp.

GEORGHIOU, G.P. (1990). Overview of insecticide resistance. pp. 18-41. En: *Management resistance to agrochemicals: From fundamental research to practical strategies*. Gree, M.B., Le Baron, H.M. & Moberg, W.K. Eds. ACS.

GLAZER, I.; LEWIS E.E. (2000). Bioassays for entomopathogenic nematodes, pp. 229-247. En *Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes* . Navon, A. y Ascher, K.R.S. eds. CABI Publishing. New York 324 pp.

GÖTZ, P., BOMAN A.; BOMAN H.G. (1981). Interactions between insect immunity and an insect-pathogenic nematode with symbiotic bacteria. *Proc, Roy. Soc. London* Ser. B 212: 333-350.

HOMINICK, W.M., BRISCOE, B.R., DEL PINO, F.G., HENG, J., HUNT, D.J., KOZODOY, E., MACREK, Z., NGUYEN, K.B., REID, A.P., SPIRIDONOV, S., STOCK, P., STURHAN, D., WATURU, C.; YOSHIDA, M. (1997). Biosystematics of entomopathogenic nematodes: currens status, protocols and definitions. *Journal of Helminthology*. 71, 271-298.

M.A.P.A. (1999). *Anuario de estadística agroalimentaria*, 693 pp.

MCDOUGAL, P. (2000). The global agrochemical market in 1999. *Agrofood Ind. Hi-Tech*. 11: 38-39.

METCALF, R.L. (1993). An increasing public concern. pp: 426-430. In: *The pesticide question. Enviroment, economics and ethics.* Pimentell, D. & Lehman H. Eds. Chapman & Hall, New York, 441 pp.

NOBLE, R.R.P.; AMS, C.E. (1999). Biofumigation as an alternative to methylbromide for control of white grub larvae. pp. 92-95. In: Annual International Conference on methylbromide alternatives and emission reductions. Nov. 1-4 San Diego California,

PÉREZ-MARÍN, J.L. (1999). Incidencia de las plagas y enfermedades en las Comunidades Autónomas en 1998. La Rioja. *Phytoma* 107: 58-60.

PIMENTEL, D.; LEHMAN, H. (1993). *The pesticide question: Enviroment, economics an ethics.* Pimentell, D. & Lehman H. Eds. Chapman & Hall, New York. 441 pp.

RODRÍGUEZ GARCÍA, J.L. (2001). Utilización de cebos trampa para la determinación de riesgo de daños por gusano de alambre (*Agriotes* sp.) en cultivo de patata en La Rioja Alta. *Bol. San. Veg. Plagas*, 27: 225-237.

WIJNANDS, F.G.; KROONEM-BACKBIER, B.M. (1993). Management of farming systems to reduce pesticide imputs: the integrated approach. pp. 227-234. En *Modern crop protection: development and perspectives.* Zadoks, J.C. eds. Wageningen University Press. The Neetherlands.

WOODRING, J.L.; KAYA H.K. (1988). *Steinernematid and Heterorhabditid nematodes: A handbook of techniques.* Southem Coop. Ser. Bull. Nº 331, 29 pp. Arkansas Agric. Exp. Sta. Fayetteville, Arkansas.

El cultivo de patata en rotación con la faba y presencia de *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 en Asturias

E. ROA[1], M.A. DÍEZ-ROJO[2], M. ESCUER[2], M. BRAÑA[1], A. BELLO[2]

[1] Laboratorio de Sanidad Vegetal, Consejería de Medio Rural y Pesca, Principado de Asturias. Lucas Rodríguez, 4-bajo, 33011 Oviedo. Correo-E: labsave@princast.es.
[2] Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC. Serrano 115 dpdo. 28.006 Madrid. Correo-E: antonio.bello@ccma.csic.es.

RESUMEN

Se revisan las citas anteriores de los nematodos formadores de quistes del género *Globodera* encontradas en el Principado de Asturias. Se estudian 143 muestras encontrándose *Globodera rostochiensis* en sólo cinco, de éstas sólo dos muestras presentaban quistes viables (1,4%), que pertenecen a las localidades de Setienes-Santiago (Concejo de Valdés) con poblaciones altas y a la de Anleo (Concejo de Navia) en la que aparece sólo un quiste viable por 100 g de suelo. Se señala la importancia de las rotaciones del cultivo de patata con leguminosas y praderas, así como la aplicación de abonos orgánicos, en la regulación de las poblaciones del nematodo. Se resalta la necesidad de controlar los tubérculos de patata para siembra, con el fin de impedir la propagación del patógeno, así como de regular el uso de las variedades resistentes para evitar la aparición de poblaciones virulentas.

INTRODUCCIÓN

El cultivo tradicional de la «*faba granja asturiana*» se lleva a cabo asociado al maíz, que hace de tutor en el crecimiento de la leguminosa, pero este sistema ha dado paso a otros métodos de cultivo. Con el cultivo tradicional asociado al maíz se obtiene una producción media de unos 600 kg.ha^{-1}, mientras que en monocultivo tutorado se llegan a superar los 2.500 kg.ha^{-1}. No existe en Asturias un sistema homogéneo de cultivo en los diferentes Concejos que agrupan el mayor número de productores de *faba*, en lo que se refiere a tipo de tutor, rotación de cultivos, distancia entre líneas de siembra y marco de plantación utilizado (ROA, 2002).

La siembra reiterada en la misma parcela es muy frecuente en los suelos de cultivo de la judía o *faba* tipo «granja asturiana» en el Principado de Asturias, cultivo en el que los nematodos apenas han sido estudiados. Por otro lado, los nematodos encontrados en *Phaseolus vulgaris* en España pertenecen a los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus* (JIMÉNEZ-MILLÁN y col., 1965).

En un reciente trabajo sobre los nematodos formadores de quistes asociados al cultivo de judía tipo «Granja asturiana» en el Principado de Asturias (Roa *et al.* 2002) se analizan 143 muestras de suelo de 384 parcelas que fueron muestreadas durante el verano del 2001, y de las que se disponía de los análisis físicos y químicos, así como de información de los cultivos y prácticas culturales. Las parcelas analizadas corresponden a los 17 Concejos asturianos más representativos en el cultivo de la faba. (Fig. 1).

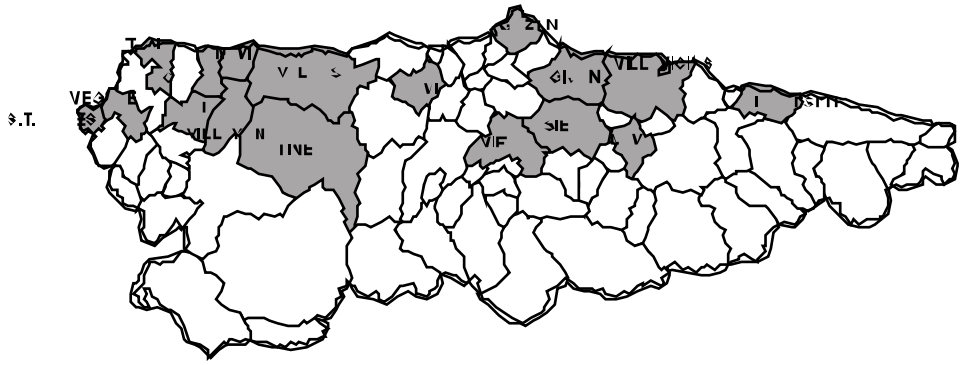


Figura 1. *Concejos asturianos donde se ubican las parcelas estudiadas*

En relación con los suelos de cultivo, Guitian y col. (1985) distinguen en Asturias tres zonas:

La **occidental,** que alcanza hasta la altura de Tineo, sobre ella se desarrollan suelos ácidos, pasando por tierras pardas, según el carácter de los materiales. De los Concejos estudiados en este trabajo, se encuentran en esta zona, los de San Tirso de Abres, Vegadeo, Tapia de Casariego, Boal, Coaña, Navia, Villayón, Tineo y Valdés, donde se han estudiado un total de 98 parcelas.

La **central** está formada por materiales carboníferos en el sur y por arcillas y areniscas en el norte, que dan lugar a suelos con dificultad de drenaje, zonas de topografía suave y consiguiente encharcamiento. En esta región se encuentran los Concejos de Oviedo y Pravia, con 23 parcelas estudiadas.

La **oriental** es predominantemente caliza, y en ella se encuentran los Concejos de Ribadesella, Villaviciosa, Nava, Siero, Gijón y Gozón, con 22 parcelas estudiadas.

Nos hemos propuesto en este trabajo revisar las muestras que han resultado positivas para el género *Globodera* en el trabajo de Roa y col. (2002), puesto que los nematodos formadores de quistes de la patata son nematodos de cuarentena y sobre todo por el hecho de que están sometidos a regulación sanitaria por la Comunidad Europea y deben ser controlados los posibles focos localizados, puesto que se trata de una especie cuyo origen está en los cultivos de papas de los Andes y han sido introducidas en Europa, después del descubrimiento de América con los tubérculos de patata.

Por otro lado debemos tener en cuenta que según el MAPA (2000) el Principado de Asturias con 71.000 t ocupa el 11º lugar en la producción, si se tienen en cuenta las restantes Comunidades Autónomas, ocupando el 10º lugar con 3.180 ha de superficie de cultivo, siendo la 3ª autonomía en cultivo de secano con 3.180 ha, no existiendo cultivo en regadío. Destaca sobre todo un alto rendimiento en secano de 22.327 kg ha^{-1}, ocupando el 2º lugar en rendimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestreos. Se han tomado muestras de suelo en los primeros 25 cm. Como base del muestreo se eligen en cada punto cinco muestras al azar, tanto de plantas con síntomas externos de baja producción como sanas y se hace una muestra media. Las muestras han sido recogidas utilizando como instrumento una azadilla, con ella se cava hasta que aparecen las raíces, recogiendo parte del suelo que les rodea (1,5 Kg). Las muestras de suelo se guardan en bolsas de plástico para evitar la pérdida de humedad.

Procesos previos a la extracción. Para la extracción de nematodos de la muestra se homogeneiza, se pasa por un tamiz con malla de 2 mm, siempre que la muestra esté seca, e incluso si el suelo está seco pero no es demasiado pedregoso, y se toma una fracción de 100 cc. Mientras, en una hoja de laboratorio se anotan todas las características de la muestra. El resto de suelo no utilizado en la extracción se guardan en cámaras frigoríficas para estudios posteriores, después de separar una fracción para determinar el pH, materia orgánica, humedad y realizar análisis físicos y químicos del suelo. Hemos elegido para extraer los formadores de quistes el Método de Fenwick (1940).

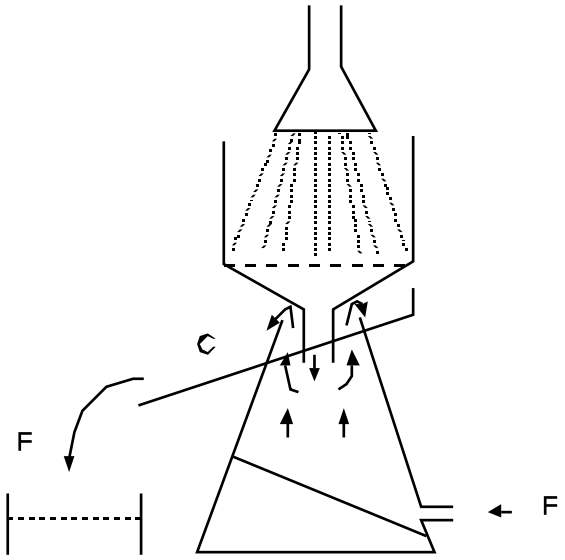


Figura 2. *Método de extracción de quistes de Fenwick (1940)*

Método de Fenwick (Fig. 2). Este método es específico para la extracción de nematodos formadores de quistes (*Globodera* y *Heterodera*). La muestra de suelo desecada a temperatura ambiente, se tamiza y se mezcla para que sea homogénea. Según la Fig. 2 se llena el recipiente D con agua y se humedecen los tamices A (malla gruesa 2 mm) y E (malla de 150 µm). Se mantiene constante la entrada de agua por F, ésta debe regularse en función del tipo de suelo, siendo menor para los suelos arenosos y mayor para los suelos arcillosos. Se colocan sobre el tamiz A unos 100 cc de suelo desecado y se lavan con una corriente fuerte de agua. El agua de lavado que contiene los quistes y restos orgánicos sale por el desagüe C y se recoge sobre el tamiz E. Se continua lavando hasta que sale el agua limpia. Se lava el tamiz E y se vierte el contenido sobre un filtro de papel donde quedan los quistes. Los quistes se separan de la materia orgánica con acetona que se vierte sobre el papel de filtro que contiene el resultado de la extracción que se ha colocado previamente en un embudo que se encuentra sobre un matraz para recuperar la acetona utilizada. El filtro se observa bajo un microscopio estereoscópico separando los quistes con un pincel o con una aguja enmangada y depositándolos sobre un pocillo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rotación de cultivos. La rotación de cultivos, en lo que a «la faba» se refiere, es práctica relativamente reciente, inducida en muchos casos por los fuertes ataques de *Sclerotinia* que sufren las plantas en algunas zonas, si bien aún se dan casos en los que «las *fabas*» han sido sembradas ininterrumpidamente en un mismo lugar durante 20 años. De forma general, podemos decir que el cultivo de «la *faba*» alterna con maíz, pradera y patata, donde el aporte de estiércol es habitual, de forma totalmente distinta a lo que ocurre en la pradera, a la que no se le ha aportado, por ser pastada por el ganado en la mayoría de los casos (Roa 2002). En la Tabla I se refleja la situación del cultivo en la actualidad en lo que a rotación se refiere.

Tabla I. Sistema de rotación en « *faba granja asturiana*»

Rotación de cultivos	%
Pradera – fabas	32
Solamente fabas	22
Maíz – fabas	13
Patatas – maíz – fabas	8
Pradera – patatas – fabas	7
Pradera – maíz – fabas	4
Pradera – patatas – maíz- fabas	4
Patatas – fabas	3,5
Otros	6,5

Como puede apreciarse en la tabla 1, existe aún un elevado porcentaje de productores de *faba* (22%) que cultivan en la misma parcela durante años, son varios los casos en los que se superan los 10 años de cultivo ininterrumpido, pudiendo llegarse hasta los 20 años. La pradera ocupa, sin lugar a dudas, el primer lugar en alternancia con la siembra de «*fabas*», seguida del maíz. Así

ocurre, de forma predominante, en los Concejos de Navia, Pravia, Siero, Valdés, Villaviciosa y Villayón. Estas rotaciones, además, condicionan los aportes de estiércol, que se consideran obligados en el caso de la siembra de patata, sin embargo, las parcelas en las que se siembran patatas reciben el estiércol normalmente cada dos años, mientras que en el resto de las parcelas se aporta, por lo general, todos los años.

Aplicación de estiércol (Figs. 3 y 4). Su aplicación, es práctica habitual en el cultivo de «*la faba*» en Asturias, por ser ésta una región eminentemente ganadera. Sin embargo los nódulos fijadores de nitrógeno que caracterizan a las leguminosas, dejan de verse ya en los primeros estadios del cultivo, como consecuencia precisamente de los altos niveles de nitrógeno producidos por el exceso de estiércol. La presencia de enfermedades producidas por «hongos de cuello» y los serios ataques de *Sclerotinia* aparecidos en algunas plantaciones, obligan a cuestionarse si es correcto el aporte de estiércol que de forma habitual, e indiscriminada en muchos casos, se viene haciendo (Roa 2002).

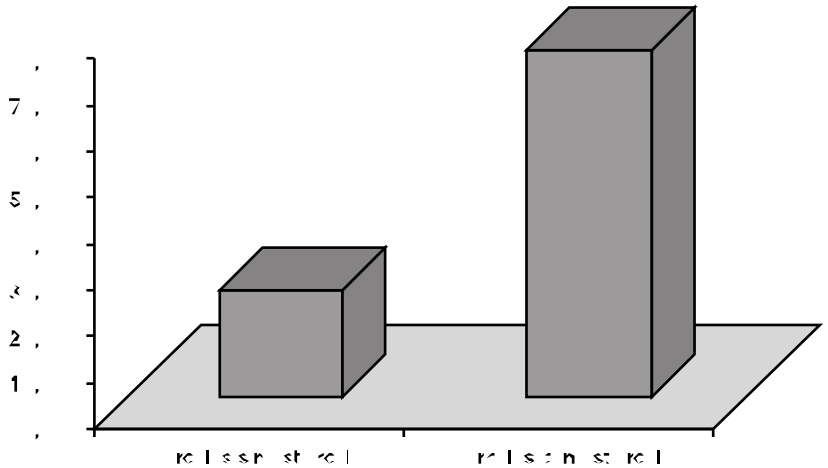


Figura 3. *Porcentaje de parcelas con y sin estiércol*

De las 143 parcelas estudiadas, no se había aportado estiércol a 34 de ellas, lo que supone el 23,7% frente al 76,3% que sí se estercolaron. De éstas 34 parcelas, 18 habían sido pradera hasta el momento, y se considera práctica habitual no estercolarla porque normalmente es pasto para el ganado.

Un 22,5% de las parcelas estudiadas incluyen las patatas en su rotación de cultivos (Fig. 5). Ello obliga a aportar estiércol al menos el año en el que se cultivan la patata, siendo reconocido por los agricultores, que por término medio se aporta cada dos años, como mínimo.

En la rotación con patata se estudian 29 muestras, una en la zona occidental, tres de 14 en Navia, cuatro de 15 en Barcia, dos de ocho en Setienes, dos de seis de Otur, una de 12 en Bustos, ocho de 15 de Trevías, cinco de 11 en Tineo, dos de 14 en Villavelar, no se estudian suelos con patatas en Corias, Siero y en la zona oriental se estudia una muestra de patata en seis muestras en Oviedo, Gozón y Gijón.

Análisis de suelos. El resultado de los análisis de suelo ha permitido establecer dentro de las zonas de cultivo estudiadas los siguientes suelos tipo:

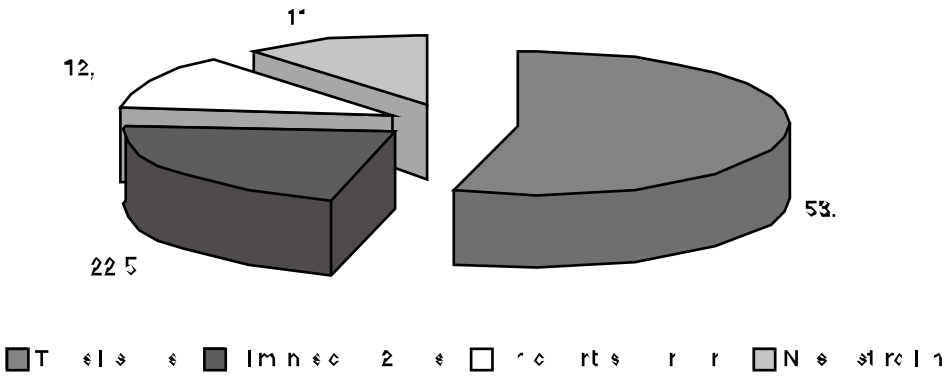


Figura 4. *Porcentaje de aporte de estiércol*

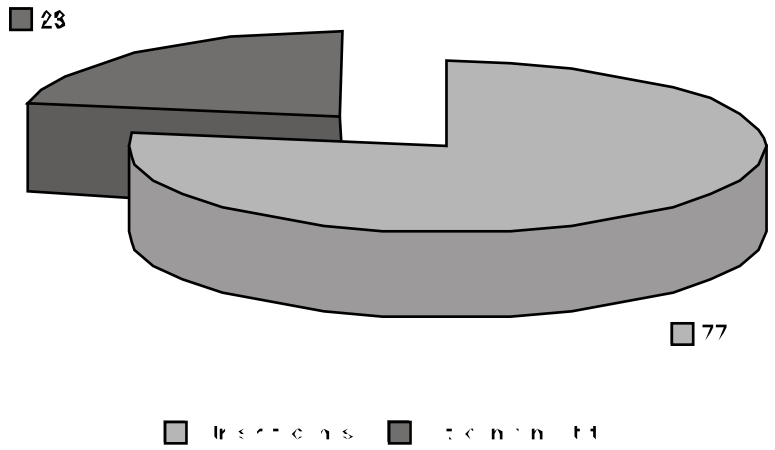


Figura 5. *Porcentaje total de rotación con patata*

1. Zona más Occidental, comprende los Concejos de San Tirso de Abres, Vegadeo, Tapia de Casariego, Coaña, Boal y Villayón. Son suelos francos a franco- arenosos, con porcentajes de arena variables, desde un 51,4 al 79,6%, pH medianamente ácido en la mayoría de los casos y fuerte acidez en los suelos de Boal (entre 5,5 y 5,9). Muy bajos en carbonatos y muy altos en fósforo y potasio, siendo la mayoría bajos en calcio y magnesio. Se ha aportado estiércol a casi todas las parcelas. La media en esta zona se sitúa en el 5,5% de M.O. Parcelas analizadas 14, con estiércol 12, sin estiércol dos, con quistes 0, y parcelas con rotación de patata dos.

2. Navia, son suelos de textura franca con porcentajes de arena próximos al 55%, con pH ácido y una media del 4,7% de M.O., contenidos muy bajos en carbonatos, y muy altos en fósforo, altos en potasio, y bajos en calcio y magnesio. Parcelas analizadas 14, con estiércol 13, sin estiércol una, parcelas con quistes de *Globodera* cuatro.

3. Valdés, en el que se han distinguido cinco zonas de cultivo, que son: Barcia, Setienes, Otur, Busto y Trevías. Se analizan en Valdés 58 parcelas, que se agrupan de la siguiente forma: 15 en la zona de Barcia, que incluye Modreros, Canero y Aldín; ocho en Setienes, que incluye Godón; seis en la zona de Otur, que incluye la Mata y Ribadebajo – Santiago; 14 en la zona de Busto, que incluye Querúas y Villademoros y 15 en la zona de Trevías, que incluye Brieves, Cortina, Pontigón y San Martín – Villanueva. Las rotaciones más frecuentes son pradera y patata en suelos francos a franco- arenosos, con porcentajes de arena entre 56 y 79%, de pH ligeramente ácido a ácido (entre 6,5 y 4,6) que son muy bajos en carbonatos, muy altos en fósforo, de contenidos irregulares en potasio y la mayoría bajos en calcio y magnesio. Los niveles de M.O. superan en general el 5%. Parcelas analizadas 58, con estiércol 65, sin estiércol dos, con quistes de *Globodera* una.

4. Tineo, son suelos francos a franco – arenosos, con pH neutro a ligeramente ácido, con altos niveles de M.O. (4,7%), muy bajos en carbonatos, muy altos en fósforo, irregulares en potasio y de normales a altos en calcio y magnesio. No existe una predominancia en materia de rotación de cultivos, sin embargo, son varias las parcelas en las que se cultivan patatas pero se mantiene la práctica de estercolar todos los años. Parcelas analizadas 11, todas ellas con estiércol, con quistes 0, parcelas con rotación de patatas cinco.

5. Pravia, en el que se han distinguido dos zonas de cultivo, la zona de Villavaler y la zona de Corias. Pravia es la zona en la que más se practica la siembra ininterrumpida de «*fabas*» en una misma parcela, seguida de la alternancia con la pradera. Se distinguen aquí dos zonas de cultivo, la de Villavaler y la de Corias. La zona de Villavaler, tiene suelos francos, con porcentajes de arena inferiores al 60%, con pH ácido, con un 5,7% de M.O. por término medio y de normales a altos en potasio, Corias, tiene textura franco – arenosa, superándose el 65% de arena, con pH neutro a levemente básico, con un 2,1% de M.O. media (el más bajo de todas las zonas estudiadas) y bajos en potasio. Los dos tipos de suelo son muy bajos en carbonatos, y bajos a muy bajos en calcio y magnesio. En ésta zona apenas se aporta estiércol a las parcelas. Parcelas analizadas 20, con estiércol ocho, sin estiércol 12, parcelas con rotación de patatas dos.

6. Siero, la alternancia con la pradera es el tipo de rotación más utilizado, seguido del maíz. Es la zona, además, en la que menos se practica el aporte de estiércol al cultivo, y tampoco se alterna con patata. Son suelos de textura franca por lo general, con porcentajes de arena que oscilan desde el 40% hasta el 78%. De pH que van desde los fuertemente ácidos hasta básicos, con índices de M.O. del 2,9% por término medio. Los contenidos en carbonatos son muy bajos, de normales a muy altos en fósforo, desde bajos hasta muy altos en potasio y en calcio, pero fundamentalmente bajos en magnesio. Parcelas analizadas 12, con estiércol dos, sin estiércol 10, no hay rotación con patata.

7. Zona Oriental, que comprende los Concejos de Ribadesella, Villaviciosa y Nava. Son suelos de textura franca, con porcentajes de arena próximos al 50%. De pH ácido, con índice de M.O. muy alto, con un 5,3% de media, contenidos muy bajos en carbonatos, irregulares en cuanto a fósforo y normales a bajos en potasio, calcio y magnesio. Parcelas analizadas siete con estiércol 0, todas sin estiércol, con quistes 0, no hay parcelas con rotación de patatas.

8. Otros Concejos. Se trata de las parcelas estudiadas en los Concejos de Oviedo, Gozón y Gijón, que por ser muy pocas y de características muy diferentes, no han podido ser incluidas en ningún tipo de suelo. Su tendencia es franco - arenosa, y su pH ácido, con niveles de carbonatos muy bajos y bajos en calcio y magnesio. Parcelas analizadas seis, con estiércol una, sin estiércol cinco, parcelas con rotación de patatas una.

Los análisis de suelos efectuados en este trabajo han permitido establecer que, en general, los suelos de cultivo de la «*faba granja asturiana*», son suelos de textura franca a franco - arenosa,con un pH medio de 6,15; unos índices medios de materia orgánica del 4,5%, muy bajos en carbonatos, muy altos en fósforo, con niveles de potasio de normales a altos y bajos en calcio y magnesio.

Nematodos del género *Globodera*. En las 143 muestras analizadas aparecen quistes de *Globodera* en siete muestras (4.9%), cinco de ellas en Navia, tanto en suelos con estiércol como en las que no tienen estiércol, con un contenido de arena entre 53,6-61,1%, pH = 5,6-6,4, materia orgánica 4,2-8,9%, número de quistes 2-8 / 100 cc, cultivo de *fabas* 2-4 años, en cuatro muestras se ha utilizado patatas en la rotación y en una estaba abandonado, tres muestras han utilizado estiércol sólido y una purines. En Setienes ha aparecido una muestra positiva en un suelo con 42,4% de arena, pH 6,8, materia orgánica 6,1%, un quiste por 100 cc, tres años de cultivo de *fabas*, rotación con patata y estiércol sólido. En Busto ha aparecido una muestra positiva para *Globodera* en un suelo con un contenido en arena de 71,9%, pH 6,1 materia orgánica de 5,2% han aparecido cuatro quistes, tres años de cultivos de fabas, rotación con pradera y abonado con estiércol sólido.

En la Tabla II se recogen las muestras de suelo y sus características que han resultado positivas para el género *Globodera* en el trabajo de Roa y col. (2002).

Tabla II. Muestras positivas de *Globodera*, según Roa *et al.* (2002)

Nº muestra	% arena	PH	% M.O.	Quistes 100 cc^{-1}	Rotación	Tipo de estiércol
15	42,4	6,8	6,1	1	3 años fabas/patata	sólido
82	59,9	6,2	5,1	2	«	«
99	53,2	6,3	4,2	4	4 años fabas/patata	«
100	74,1	5,6	1,6	2	3 años fabas/pradera	sin estiércol
103	61,1	5,6	6,0	8	Abandonado	«
105	53,8	6,2	8,9	4	2 años fabas/pradera	purín
106	57,7	6,4	6,1	5	3 años fabas/patata	sólido

Se extrajo por el método de Fenwick toda la cantidad de suelo existente, encontrando que resultaros negativas las muestras nº 100 y 105 donde la presencia de *Globodera* pudo confundirse con formas de resistencia pertenecientes a otros organismos del suelo. De 143 parcelas estudiadas, sólo se detectaron quistes en 35, correspondiendo la mayoría a *Heterodera avenae*, y sólo en cinco parcelas se detectó la presencia de *G. rostochiensis* (Tabla III).

De las muestras con *Globodera* sólo resultaron viables quistes de las muestras nº 15 de Setienes-Santiago (Concejo de Valdés) con 15 quistes viables, que es el número más alto, y la muestra nº 99 de Anleo (Concejo de Navia) con sólo dos quistes viables. En las tres muestras restantes el número de quistes es muy bajo y todos están vacíos. No apareciendo quistes llenos en las parcelas que utilizan praderas en la rotación o están abandonadas, las dos muestras con quistes viables aparecen en las rotaciones en las que interviene patata. Tampoco aparecen quistes viables cuando se utilizan purines como tipo de abono. La muestra nº 15 con mayor número de quistes viables presenta un porcentaje de arena más bajo (42.4%), hecho que también ocurre con la muestra nº 99 positiva con 53.2% de arena y, además, 4.2% de materia orgánica, que es uno de los más bajos.

Tabla III. Características de las muestras con *G.rostochiensis* en Asturias

Nº muestra	Localidad (Concejo)	Peso muestra (g)	Nº de quistes		Rotación
			Viables	Vacíos	
15	Setienes-Santiago (Valdés)	272	15	14	patata/3 años *faba*
82	Anleo (Navia)	302	—	2	patata/4 años *faba*
99	« «	247	2	7	patata hace años
103	Sante-Anleo «	416	—	4	patata/3 años *faba*
106	Salcedo «	437	—	10	patata/*faba*+maíz

De las cinco muestras positivas se hizo un estudio morfométrico de los quistes, determinando el número de estrías entre la vulva y el ano que nos lleva a determinar la presencia de *Globodera rostochiensis*. Se encuentra también uno o dos quistes con un número de estrías entre vulva y ano que es bajo, hecho que nos hace pensar que puede tratarse de poblaciones mixtas de *G.rostochiensis* y *G.pallida*, con la excepción de la muestra nº 103 de Anleo (Concejo de Navia), donde sólo aparecieron cuatro quistes vacíos de *G.rostochiensis*. Debido al hecho de aparecer mezclas de poblaciones no se considera que *G.pallida* esté presente en el Principado de Asturias hasta que no se demuestre que las poblaciones encontradas son capaces de parasitar a las variedades de papas resistentes a *G.rostochiensis* y se haga un estudio morfométrico que nos permita confirmar la presencia de la especie. En este sentido es de gran interés regular el uso de variedades resistentes de patata para evitar que se seleccionen poblaciones virulentas de *G.pallida*.

Globodera rostochiensis y *G. pallida* son especies morfológicamente muy semejantes (Stone, 1973a, b). Las dos especies se diferencian por el número de estrías entre la vulva y el ano, alrededor de 12 en *G.pallida* y casi el doble en *G.rostochienchis*. Los nódulos del estilete de los juveniles en *G.rostochiensis* son redondeados con el margen dirigido hacia atrás y en *G.pallida* presenta el margen incurvado o dirigido hacia delante y con la terminación aguda. Las medidas del estilete, longitud del cuerpo y cola de los juveniles, así como la distancia del ano a la fenestra, aunque son muy próximas, son caracteres que tienen interés en la separación de ambas especies (Tabla IV).

Tabla IV. Caracteres morfométricos de *Globodera pallida* y *G. rostochiensis*

Caracteres	*G.pallida*	*G.rostochiensis*
Juveniles (J_2):		
Forma de nódulos del estilete	margen agudo	margen redondo
Longitud (µm)	484 (440-525)	468 (425-505)
Estilete (µm)	23,6 (21-26)	21,8 (21-23)
Longitud cola (µm)	51,9 (46-62)	43,9 (42-55)
Quiste:		
Nº estrías	12 (8-12)	22 (16-31)
Distancia vulva-ano (µm)	49,9 (36,5-63,3)	60 (50-70)

CONCLUSIONES

De 143 parcelas estudiadas, sólo se detectaron quistes en 35, correspondiendo la mayoría a *Heterodera avenae*, y sólo en cinco se detectó la presencia de *Globodera rostochiensis.* Únicamente en dos parcelas con *G.rostochiensis* aparecen quistes viables; en una se encontraron dos, y en la otra 15.

De las 143 parcelas analizadas, en 29 de ellas se alterna el cultivo de la *faba* con el de la patata, lo que supone, si tenemos en cuenta que únicamente dos son positivas, un 7% de casos de *G. rostochiensis* en aquellas parcelas que practican la rotación con patata.

Se determina la presencia de *G. rostochiensis* en las localidades de Setienes-Santiago (Concejo de Valdés) y Anleo (Concejo de Navia) en el Principado de Asturias. Las máximas poblaciones aparecen en Setienes-Santiago, donde se presenta el porcentaje más bajo de arena (47,4%) y un pH más alto 6,8.

Se deben controlar los focos encontrados de *G.rostochiensis* para evitar su propagación y sobre todo los tubérculos destinados a la plantación, así como regular el empleo de variedades resistentes para evitar que aparezcan poblaciones virulentas.

Se confirma que los sistemas de rotación con «*fabas*» de dos a tres años o con praderas, así como el uso de estiércol sólido o líquido, han permitido controlar las poblaciones de *G.rosto - chiensis*. La baja incidencia del nematodo puede estar relacionada con la alta productividad del cultivo de la patata en el Principado de Asturias.

BIBLIOGRAFÍA

JIMÉNEZ MILLÁN F., M. ARIAS, A. BELLO, J.M. LÓPEZ PEDREGAL (1965). Catálogo de los nematodos fitoparásitos y peri-radiculares encontrados en España. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)* 63, 47-104.

FENWICK D.W. (1940). Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *J. Helm.* 18, 155-172.

GUITIAN F., M. MUÑOZ, T. CARBALLAS, F.A. GIMÉNEZ (1985). *Suelos Naturales de Asturias*. Ed. CSIC e Instituto Agrobiológico de Galicia, 122 pp.

MAPA (2000). *Anuario de Estadística Agraria 2000.* MAPA, Secretaría Técnica, Madrid, 699 pp.

ROA, E. (2002). Suelos y prácticas de cultivo en relación con las enfermedades de la faba asturiana. *Phytoma* (en prensa).

ROA, E., M. GARCÍA, A. GONZÁLEZ (2002). Nematodos formadores de quistes en los suelos de cultivo de judía tipo granja asturiana (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bol. San. Veg. Plagas* (en prensa).

STONE, A.R. (1973a). *Heterodera rostochiensis. C.I.H. Description of Plant-parasitic Nematodes*. Set 2 nº 16, 4 pp.

STONE, A.R. (1973b). *Heterodera pallida.* C.I.H. *Description of Plant-parasitic Nematodes.* Set 2 nº 17, 2 pp.

Nematodos transmisores de virus encontrados en La Rioja y Navarra. Su repercusión en los viñedos y cultivos hortícolas

M. ARIAS[1], J. FRESNO[2], J. A. LÓPEZ-PÉREZ[1], C. GUINEA[3]

[1] Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid, correo-e: maria.arias@ccma.csic.es
[2] Dpto Biotecnología. SGIT-INIA. Ctra de La Coruña km 7,5, 28040 Madrid
[3] Servicios Técnicos de UAgr-COAG, La Rioja.

RESUMEN

Se estudian los nematodos vectores de virus en La Rioja y Navarra, encontrando que están representados por *Longidorus coespiticola, L.elongatus. Xiphinema diversicaudatum, X.index, X.italiae* y *X.rivesi*, que son vectores de nepovirus que tienen gran interés en viticultura, y *Paratrichorodus minor, P.teres* y *Trichodorus primitivus* que transmiten tobravirus de interés especialmente en cultivos de patata y hortícolas. Se destacan las citas de *X.index* y *X.italiae* por haber aparecido asociados a fuertes infecciones de GFLV, se incluye la de *X.coxi europaeum* por su posible relación con el AMV, y además se señalan las de *X.pachtaicum* por su presencia generalizada en los viñedos. Así mismo se destaca la importancia de *P. minor* y *T.primitivus* por ser vectores del TRV que puede afectar seriamente a los cultivos de patata y *P.teres* que transmite además el PEBV.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos transmisores de virus tienen gran importancia en la epidemiología de las virosis de los vegetales causadas por nepovirus y tobravirus, a pesar de que en cultivos de reproducción vegetativa, la dispersión de estos virus se realiza principalmente por intercambio de material vegetal infectado; pero una vez introducida la enfermedad estos nematodos mantienen el potencial de infección en el suelo durante periodos largos, incluso en ausencia de planta huésped, mientras que el periodo de adquisición del virus por el nematodo, al alimentarse de una planta enferma, es extremadamente corto, cinco minutos (ALFARO y GOHEEN, 1974). Los nepovirus se transmiten por especies de nematodos del grupo de los longidóridos, principalmente de los géneros *Xiphinema*, que afecta principalmente a cultivos leñosos, vid y frutales, y *Longidorus* que puede causar problemas, además, en hortícolas como la zanahoria, siendo alguna de sus especies de interés para los cultivos de fresa. En cambio los vectores de tobravirus son los tricodóridos, especies de *Trichodorus* y *Paratrichodorus*

que afectan a cultivos hortícolas preferentemente y pueden tener mucha importancia en cultivos de patata.

De todos ellos, el virus de la degeneración infecciosa del viñedo (GFLV), descrito por Hewitt (1950) y que se encuentra disperso en todos los viñedos del mundo, es el de mayor importancia desde el punto de vista económico. Sus nematodos vectores son *Xiphinema index* y *X.italiae*, aunque la capacidad de transmisión de esta última especie se considera inferior e incluso ha sido cuestionada (MARTELLI, 1978; CATALANO y col., 1992). Por otro lado, algunos autores consideran que también *X.diversicaudatum*, vector del virus del mosaico del arabis (AMV), y *X.vuittenezi* podrían actuar como transmisores del GFLV (BROWN y HALBRENDT, 1992). Lara y Bello (1983) y Navas (1984) citan por primera vez estos nematodos en La Rioja, aunque el primer estudio sobre la distribución de longidóridos en España se debe a Arias y col. (1985) y la de tricodóridos a López-Pérez y col. (2001).

Las primeras descripciones de la sintomatología de GFLV en los viñedos españoles se deben a Marcilla Arrazola (1942) y Fernández de Bobadilla (1948 y 1950), y la primera cita de la presencia del virus es de Alfaro (1971). En La Rioja el virus ha sido citado por Provedo y Fernández-Sevilla (1973) y Díaz-Yubero y Esteban (1973) basándose en diagnósticos visuales, que pueden inducir a error, puesto que la sintomatología no siempre se corresponde con la presencia del virus, como confirman estudios posteriores (ARIAS, 1998). Con la puesta a punto de técnicas inmunológicas y de biología molecular, actualmente el virus puede detectarse en cualquier tejido de la planta y en los nematodos vectores en cualquier época del año (ARIAS y col., 1994). Sin embargo no existe ninguna referencia sobre la presencia de tobravirus en España.

El hecho de haber detectado altas concentraciones de GFLV en viñedos de La Rioja y Navarra, en las localidades de Àbalos, La Serna y Lerín, asociados a *X. index* y *X. italiae*, respectivamente, nos ha llevado a realizar una revisión de estos patógenos con el fin de determinar sus posibles implicaciones en los cultivos de la zona.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado la revisión de los nematodos vectores de virus de La Rioja existentes en nuestra colección, así como el estudio del material procedente de otros muestreos, incluyendo tanto las citas de la propia comunidad autónoma de La Rioja, como aquellas pertenecientes a la Rioja Alavesa y Navarra, no sólo las de suelos de cultivo sino también de otros ambientes donde aparecieron estos nematodos.

Los nematodos se extrajeron por el método de filtración decantación (FLEGG, 1967) y por centrifugación en azúcar (NOMBELA y BELLO, 1983), se aislaron bajo estereomicroscopio Zeiss y se determinaron a un microscopio Leitz DIALUX con interferencia Nomarsky. El estudio del virus se realizó por ELISA-DAS o ELISA amplificado (BARBARA y CLARK, 1982) y por IC-RT-PCR (NOLASCO y col.,. 1993).

RESULTADOS

En la Tabla I se indican las especies encontradas en cada habitat y localidad, incluyendo las especies vectoras de nepo y tobravirus, así como las citas de *X.pachtaicum*, dada su frecuencia

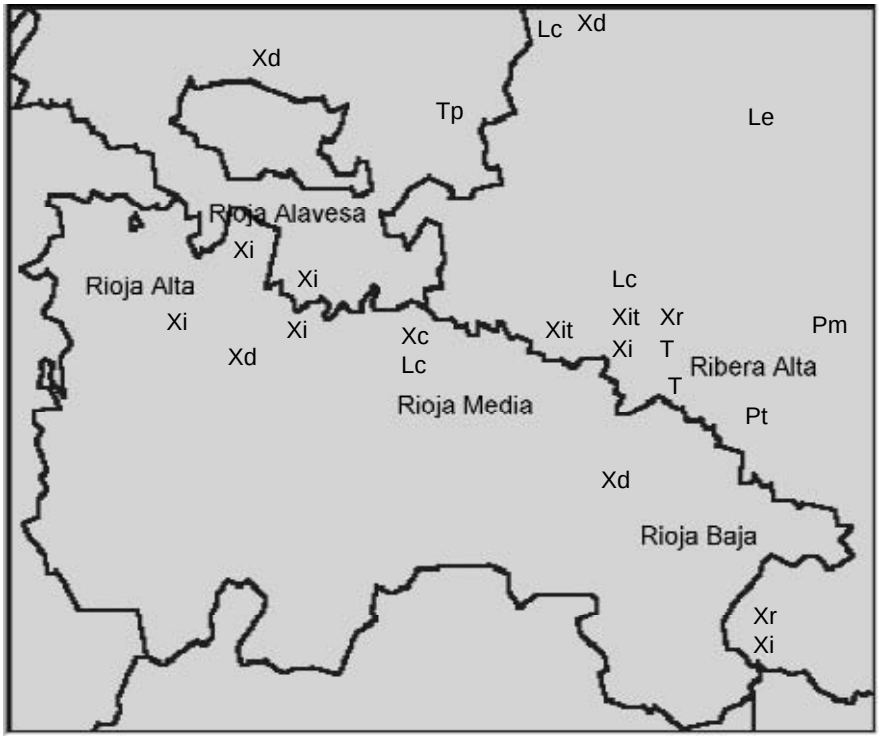
en los viñedos mediterráneos y por el hecho de que se haya encontrado asociado al «stem pitting» del melocotonero (GIUNCHEDI y TACCONI, 1974). En la Fig. 1 se representa su distribución en Navarra y La Rioja.

Tabla I. Nematodos vectores de virus encontrados.

Nematodo	Hospedador	Localidad	Autor
A. Longidóridos			
Longidorus coespiticola	*Fragaria vesca* L.	Ziordia (NA)	Arias *et al.* (1985)
	Juglans regia L.	Lardero (LR)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
	Prunus amygdalus St.	Alló (NA)	«
	Vitis vinifera L.	Alló (NA)	Navas (1984)
		Lardero (LR)	«
L. elongatus	pradera	Charca de Munia (NA)	Mateo y Campoy 1983
Longidorus sp.	*Prunus amygdalus* St.	Puente la Reina (NA)	Arias *et al.* (1985)
Xiphinema coxi europaeum	suelo	Logroño cap.(LR)	Arias *et al.* (1987)
X.diversicaudatum	*Fagus sylvatica* L.	Mte. Gorogain (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Mte. Echarri (NA)	«
	Ficus carica L	Arnedo (LR)	«
		Nájera (LR)	«
	Rubus sp	Vitoria (A)	«
	Vitis vinifera L	Arnedo (LR)	Navas (1984)
		Nájera (LR)	«
X.index	*Ficus carica* L	Sangüesa (NA)	Arias *et al.* (1985)
	Vitis vinifera L.	Ábalos (LR)	•
		Azofra (LR)	Navas (1984)
		Cenicero (LR)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		Elciego (Á)	Navas (1984)
		Cintruénigo (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Liédena (NA)	«
		Lerín (NA)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		Peralta (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Sajazarra (LR)	Navas (1984)
		Serna La (LR)	•
		Villar de Arnedo (LR)	Navas (1984)
X.italiae	*Prunus amygdalus* St.	Pamplona (NA)	Arias *et al.* (1985)
	Vitis vinifera L	Cintruénigo (NA)	«
		Funes (NA)	«
		Lerín (NA)	•
		Mendavia (NA)	•
		Pamplona (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Serna La (LR)	•
X.pachtaicum	*Ficus carica* L	Pamplona (NA)	Arias *et al.* (1985)
	Hordeum vulgaris L	Miranda del Arga (NA)	«
	Juglans regia L	Lardero (LR)	«
	Pirus malus L	Puente la Reina (NA)	«
		Alfaro (LR)	«
	Prunus amigdalus St.	Cintruénigo (NA)	«
		Olite (NA)	«
		Pamplona (NA)	«
		Calahorra (LR)	«
		Logroño (LR)	«

Nematodo	Hospedador	Localidad	Autor
	P.armeniaca L.	Pamplona (NA)	«
	P.domestica L	Puente la Reina (NA)	«
	Vitis vinifera L	Samaniego (Á)	Navas (1984)
		Villabuena de Álava (A)	«
		Castejón (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Cintruénigo (NA)	«
		Corella (NA)	«
		Estella (NA)	«
		Fitero (NA)	«
		Funes (NA)	«
		Lerín (NA)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		Liédena (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Mendavia (NA)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		Olite (NA)	Arias *et al.* (1985)
		Pamplona (NA)	«
		Peralta (NA)	«
		Sangüesa (NA)	«
		Tudela (NA)	«
		Aldeanueva de Ebro (LR)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		Assa Lanciego (LR)	Navas (1984)
		Baños de Ebro (LR)	«
		Casalarreina (LR)	«
		Cenicero (LR)	«
		Cuzcurrita (LR)	«
		Fuenmayor (LR)	«
		Hormilleja (LR)	«
		Hornilla (LR)	«
		Elciego (LR)	«
		Laguardia (LR)	«
		Lerín (LR)	«
		Logroño (LR)	Arias *et al.* (1985)
		Pradejón (LR)	Navas (1984), Arias *et al.* (1985)
		San Asensio (LR)	Navas (1984)
		Torremontalbo (LR)	«
		Uruñuela (LR)	«
		Villar de Arnedo (LR)	«
X.rivesi	*Vitis vinifera* L	Lerín (NA)	•
B. Trichodóridos			
Paratrichodorus minor	*Olea europaea* L.	Olite (NA)	•
P.teres	*Prunus armeniaca* L.	Valtierra (NA)	López-Pérez *et al.*. (2001)
Trichodorus primitivus	*Solanum tuberosum* L	Sabando (Á)	•
Trichodorus spp.	*Cynara escolimus* L.	Andosilla (NA)	Lara y Bello (1983)
	Vitis vinifera L.	Lerín (NA)	«

• Nueva cita; Na: Navarra, LR: La Rioja, A: Álava.



Lc Longidorus coespiticola; Le L. elongatus; Longidorus spp; Xc Xiphinema coxi europaeum; Xd X diversicaudatum; Xi X. index; Xit X. italiae; Xr X. rivesi; Pm Paratrichodorus minor; Pt P. teres; Tp Trichodorus primitivus; T Trichodorus spp.

Figura 1. *Distribución de nematodos transmisores de virus en La Rioja y Navarra*

DISCUSIÓN

L.coespiticola Hooper, 1961 ha sido citado como vector de la raza inglesa del «Raspberry Ringspot Virus» (RRSV) o virus de la mancha anular del frambueso (VALDEZ, 1973). Es una especie que aparece en suelos cultivados (almendro, cereales, fresa, palmera datilera, pastos, rosal), aunque también se ha encontrado en bosques (DALMASSO, 1970; COOLEN y HENDRYCKX, 1972), produce engrosamientos en los ápices radicales de cebada, trigo y vallico (TOWLE y DONCASTER, 1978). En España se ha encontrado asociado principalmente a frutales (albaricoque, almendro, melocotonero, nogal y peral), pero también en higuera, cítricos, prados y pinares (ARIAS, 1977).

L.elongatus (DE MAN, 1876) Thorne y Swanger, 1936 es vector del «Raspberry Ringspot Virus» (RRV) o virus de la mancha anular del frambueso (TAYLOR, 1962) y del «Tomato Black Ringspot» (TBRV) o de la mancha negra anular del tomate (HARRISON y col., 1961), ambos son nepovirus que afectan a variedades de vides europeas, el «Peach Rosette Mosaic Virus» (PRMV) o virus del mosaico en roseta del albaricoque, nepovirus de vides americanas, así como el virus de la hoja en cuchara de grosella que puede afectar a algunas variedades de frambuesa y plantas adventicias (MEER, 1965). Como fitoparásito se ha citado en una gran variedad de culti-

vos anuales, afectando a unas 60 especies vegetales, causando problemas graves en cebada, fresa, frambuesa, patata, remolacha, vallico y zanahoria (SEINHORST, 1966; GRAHAN y FLEGG, 1968; MC ELROY, 1971; WHITEHEAD y col., 1971; SZCZYGEL, 1975). En España ha aparecido en ambientes naturales (bosques caducifolios y pinares), cereales y vid (ARIAS, 1977).

Xiphinema coxi europaeum Sturhan, 1985 pertenece al complejo de *X. coxi* Tarjan, 1964, y que fué citado como vector del AMV, CLRV, SLRV, TomRSV, consideradas dudosas por Trudgill y col. (1983). En España se ha encontrado preferentemente en vegetación natural, pero también en viñedos, su óptimo ecológico se sitúa en altitudes de unos 1.200 m, vegetación potencial de tipo supramediterránea a sub-atlántica (robledales) con clima subhúmedo y suelos de texturas arenosas o areno limosas (ARIAS y col., 1987). Todo ello parece indicar que se pueden encontrar en La Rioja y Navarra más ampliamente distribuido de lo que hasta ahora se conoce.

X.diversicaudatum (MICOLETZKY, 1927) Thorne, 1939 es un especie de zonas con clima templado y húmedo, es vector del AMV (JHA Y POSNETTE, 1959) y del SLRV (LISTEr, 1964), es muy frecuente en la parte septentrional de Francia, el Reino Unido y Europa Central (ALPHEY Y TAYLOR, 1986). Arias y col. (1985) lo encuentran asociado a vegetación natural en suelos con un 60-70% de arena, preferentemente ácidos, y condicionados por la humedad del suelo, en áreas con clima mediterráneo continental, consideran que su límite meridional en Europa se encuentra en la Región Central. Por lo tanto se le supone que tiene una distribución más amplia en la zona de estudio, donde podría estar asociado a la presencia de AMV en vid.

X.index Thorne *et* Allen 1950 es la especie de mayor importancia para el viñedo, puesto que es el principal vector del GFLV (HEWITT y col., 1958) y tiene una distribución que coincide con la de la vid que, junto a la higuera, son sus principales plantas huésped. Su ciclo de vida puede durar de 2 a 14 meses, aunque es difícil de estudiar en campo puesto que es frecuente encontrar adultos y juveniles a lo largo del año y pueden sobrevivir en el suelo durante varios años, aún sin presencia de planta huésped. Arias y col. (1997) encontraron en los viñedos de La Mancha que sus poblaciones y capacidad de dispersión son muy bajas bajo las técnicas de manejo tradicional, incrementando rápidamente con la introducción del riego e incremento de la humedad del suelo, dando lugar a la dispersión del GFLV. *X.index* se encuentra asociado con el GFLV en la práctica totalidad de las zonas vitícolas españolas (ARIAS y col., 1993; FRESNO y col., 1993; GARCÍA BENAVIDES y col., 1994; ARIAS y col., 1997). Se considera que sería de gran interés realizar un estudio más profundo de su distribución y su asociación con el virus en los viñedos riojanos, puesto que le hemos encontrado asociado a una fuerte infección de GFLV en Ábalos, Lerín y La Serna. En Ábalos la infección se encontraba generalizada por toda la viña, que mostraba los síntomas característicos de entrenudo corto, madera aplanada, ramificaciones y hojas dentadas (Fig. 2).

X.italiae Meyl, 1953 ha sido señalado como vector del GFLV en Israel, donde tanto los juveniles como los adultos transmiten 3 aislados diferentes del virus tras un periodo de adquisición de 4 a 8 semanas (COHN y col., 1970), pero no parece ser un vector muy efectivo (MARTELLI, 1978). Es una especie que se encuentra distribuida en Europa central y meridional, especialmente en el litoral mediterráneo, donde aparece frecuentemente en viñedos asociada a *X.index* y *X.pachtaicum*, en cítricos y frutales, habiéndose citado también en Sudáfrica asociado a diversos cultivos de la zona y a *Eucaliptus*. Navas y Arias (1986) la encontraron en suelos areno limosos y limo arenosos con pH ácido y contenidos de materia orgánica entre 2,5 y 5,5%. Debido a que puede actuar como vector de GFLV y a su relativa alta frecuencia en los viñedos de La Rioja y Navarra, se plantea el interés de realizar un estudio más profundo de su distribución y asociación con dicho virus, así como la necesidad de realizar estudios que confirmen su capacidad de transmisión.

Figura 2. A. *Entrenudo corto; B. Madera aplanada, ramificación y hoja dentada en viñedos de la zona infectados de GFLV*

X.pachtaicum (TULAGANOV, 1938) Kirjanova,1951 es una especie con una distribución amplia en la cuenca mediterránea, frecuentemente asociada al viñedo (ARIAS y col., 1986). Se citó como posible vector del GFLV (ALFARO, 1971) y del «Stem pitting» del melocotonero (GIUNCHEDI Y TACCONI, 1974), aunque no ha sido confirmada experimentalmente su capacidad de transmisión. Navas y col. (1988) lo encuentran asociado a vegetación natural, viñedos o cultivos de frutales, así como a suelos calcáreos, limosos o areno-limosos, en el valle del Ebro, soporta ambientes áridos y temperaturas extremas.

X.rivesi es vector de la mancha anular del tomate o «Tomato ringspot virus» (TomRSV) (FORER y col., 1981), se ha encontrado afectando al viñedo y otros cultivos en EE.UU., en España ha sido citada asociada a diversos cultivos y a alteraciones en cultivos de rosa (ARIAS, ANDRÉS y BELLO, 1991). Se ha comprobado que puede permanecer hasta tres años en suelo almacenado, sin planta huésped, a una temperatura comprendida entre 1-3 °C, debe tenerse en cuenta por la problemática que pudiera plantear en frutales, viñedos, cultivos hortícolas y florales.

Paratrichodorus minor (COLBRAN, 1956) Siddiqi, 1974 es vector del «Tobacco Rattle Virus» (TRV) en tabaco y áster (WALKINSHAW y col., 1961; KOMURO y col., 1970) y del PRV en alcachofa (SALOMAO, 1973). Se ha encontrado asociado a daños en cítricos, trigo, maíz, tomate, cebolla, algodón, frutales, caña de azúcar y viveros de pinos (COHN y col., 1973; STIRLING 1976) y en sinergismo con *Pseudomonas solanacearum* afecta gravemente al tomate. Es la especie más ampliamente distribuida en zonas de clima mediterráneo y tropical, desde el punto de vista fitopatológico es especialmente importante para cultivos de maíz, cebolla y tomate. En España lo hemos encontrado causando pérdidas en la producción de cultivos de maíz y asociado a tabaco, hortícolas, frutales, cítricos, vid y en ambientes naturales.

P.teres (Hooper, 1972) Siddiqi, 1974 transmite experimentalmente dos de los cinco serotipos del PEBV y el TRV (PLOEG y col., 1996), produce engrosamientos en el ápice radical de remolacha y disminución del rendimiento en patata, sobre todo en suelos arenosos. En España lo hemos encontrado, además, asociado a albaricoque y olivo (LÓPEZ-PÉREZ y col., 2001).

Trichodorus primitivus (DE MAN, 1880) Micoletzky, 1922 es vector de al menos dos serotipos de TRV (Ploeg y col., 1962), que afectan gravemente a patata y produce el «stubby root disease» en maíz y remolacha (COOKE, 1973). Es una especie ampliamente distribuida en Estados Unidos y Europa, con un amplio rango de hospedadores que va desde bosques continentales a cultivos típicamente mediterráneos como vid y olivo. En España se ha encontrado principalmente en ambientes naturales, cultivos hortícolas, frutales, cítricos, olivo y vid. Por último, Lara y Bello (1983) encuentran *Trichodorus* spp. en alcachofa de Andosilla y viña de Lerín, pero no se ha podido confirmar la especie.

CONCLUSIONES

- Los nematodos transmisores de virus de mayor importancia para los cultivos de La Rioja y Navarra son en primer lugar los vectores de nepovirus de variedades de vides europeas y mediterráneas, que la UE considera de interés en viticultura y cuyo estudio viene recomendando, que pertenecen a los géneros *Xiphinema* y *Longidorus*.
- *X. index* es el más importante en los viñedos de todo el mundo por ser un vector activo del GFLV, que se ha encontrado en los viñedos de La Rioja asociado a dicho virus, *X. italiae* que también se ha considerado vector del virus y es muy frecuente en los viñedos de Navarra y *X. rivesi* es un vector de nepovirus de vides americanas que podría afectar a los viñedos de la zona, además puede afectar a los cultivos de rosa por su acción directa sobre la planta.
- Se destaca el hecho de que en esta zona se dan las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de *X. coxi europaeum, X. diversicaudatum* y *L. elongatus*, que son vectores de virus que afectan a variedades de vides americanas y europeas, además *L. elongatus* por su acción directa sobre la planta, puede afectar gravemente a cultivos tan importantes como patata, cebada o remolacha.
- Por otro lado, cabe destacar igualmente la importancia que pueden llegar a adquirir *P.teres* y *T. primitivus* para los cultivos de patata, maíz y remolacha y *P.minor* para frutales y hortícolas, como alcachofa, tomate, cebolla y maíz.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Prof. Antonio Bello sus sugerencias y estímulo constante, a D. Casimiro Martínez su ayuda técnica y a la Dra. Dª Carmen Gutiérrez responsable del contrato de colaboración sobre «Utilización de agentes de biocontrol de plagas en cultivo ecológico de patata de La Rioja» entre la UAGR-COAG y el CCMA del CSIC, dentro de cuyo marco se ha realizado este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO, A. (1971). Presencia en España del virus del fanleaf de la vid. *An.INIA* 1, 71-80.

ALFARO, A., GOHEEN, A.C. (1974). Transmission of strains of grapevine fanleaf virus by *Xiphinema index*. *Plant Dis. Rep.* 58, 549-552.

ALPHEY T.J.W.; TAYLOR C.E. (1986). *European Atlas of the Longidoridae and Trichodoridae*. SCRI., 123 pp

ARIAS M. (1977). Distribución del género *Longidorus* (Micoletzky, 1922) Filipjev, 1943 (Nematoda: Dorylaimida) en España. *Nematol.medit*. 5, 45-50.

ARIAS M. (1998). Soil-borne pathogens and substrates in the Canary Island vineyards. In: A.Bello, J,A,González, M.Arias, R.Rodriguez-Kábana (Eds) *Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries*. Valencia, 251-260.

ARIAS M., M.F. ANDRÉS, A. BELLO (1991). Xiphinema rivesi (Nematoda: Longidoridae) en España. *In* (J. del Moral Ed.) *Estudios de Fitopatología*, DGICA, Consejería de Agricultura de Extremadura, Badajoz, 154-165.

ARIAS M., A. BELLO, J. FRESNO (1994). Nematodos vectores de la vid en España. *Investigación Agraria*. Fuera de Serie n.º 2, 187-199.

ARIAS M., J. FRESNO, A. BELLO (1993). Grapevine fanleaf virus in Canary Island as a model for Mediterranean region. *Proc.11th Meeting of the ICVG*. Montreaux, Suiza, 108-109.

ARIAS M., J. FRESNO, J.A. LÓPEZ, M. ESCUER, S.C. ARCOS, A. BELLO (1997). *Nematodos, Virosis y Manejo del Viñedo en Castilla-La Mancha*. CSIC-JJCC Castilla-La Mancha. Madrid, 115 pp.

ARIAS M., A. NAVAS, M.F. ANDRES (1987). Studies on morphometrics, distribution and ecology of the *Xiphinema coxi* complex in Spain. *Rev.Nematol*. 10, 377-380.

ARIAS M., A. NAVAS, A. BELLO (1985). Nematodos ectoparásitos y transmisores de virus de la familia Longidoridae. *Bol.Serv.Plagas* 11, 275-337.

BARBARA D.J., M.F. CLARK (1982). A simple indirect ELISA using $F(ab')_2$ fragments of inmunoglobulin. *I. Gen.Virol.* 58, 315-332.

BROWN D.J.F., J.M. HALBRENDT (1992). The vector potential of *Xiphinema index* and related species. *J.Nematol*. 24, 284.

CATALANO L., V. SAVINO, F. LAMBERTI (1992). Presence of grapevine fanleaf nepovirus in populations of longidorid nematodes and their vectoring capacity. *Nematol.medit.* 15, 173-181.

COHN E., E. TANNE, F. NITZANY (1970). *Xiphinema italiae*, a new vector of grapevine fanleaf virus. *Phytopathology* 60, 181-182.

COHN E., S.A. SHER, A.H. BELL (1973). Soil nematodes occurring in Israel. *Agric.Res.Org.Bet Dagan*, Israel Spec.Public. 22, 12 p.

COOKE, D. (1973). The effect of plant parasitic nematodes, rainfall and other factors on docking disorder of sugar beet. *Pl.Path.* 22, 162-170.

COOLEN W.A., G.J. HENDRYCKX (1972). *Monograph on the nematological situation in Belgium rose culture*. Pub. nr. 10. Rijksst.voor Nematol. en Entomol., Merelbeke, Belgium, 29 pp.

DALMASSO, A. (1970). Influence directe de quelques facteurs ecologiques sur l'activité biologique et la distribution des éspeces francaises de la famille des Longidoridae. *Ann.Zool.Ecol.anim.* 2, 163-200.

DÍAZ-YUBERO F., P. ESTEBAN (1973). Identificación visual de síntomas de virosis en viñedos de Rioja. IV Jomadas de estudio AIDA y observación de síntomas de virosis en viñedos de Rioja. *Agricultura* 500, 773-779.

FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, G. (1948). Degeneraciones infecciosas del viñedo. *Siembra* 4, 4-6.

FERNÁNDEZ DE BOBADILLA, G. (1950). Opiniones e hipótesis sobre las degeneraciones infecciosas del viñedo. *Siembra* 4-1, 5-7.

FLEGG, J.M. (1967). Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. *Ann.appl.Biol.* 60, 429-437.

FORER L.B., N.S. HILL, C.A. POWELL (1982). *Xiphinema rivesi* a new tomato ringspot virus vector. *Phytopathology* 71, 874.

FRESNO J., C. CABALEIRO, A. SEGURA, M. ARIAS (1993). El virus del entrenudo corto y sus nematodos vectores en los viñedos de Galicia. *Actas IV Reunión Científica de la SEF. Santiago de Compostela*, 50 p.

GARCÍA-BENAVIDES P., J. LÓPEZ-ROBLES, J. FRESNO, M. ARIAS (1994). Correlación entre *Xiphinema index* y el virus del entrenudo corto en los viñedos de Castilla-León (España central). *Nematol.medit*. 22, 21-14.

GIUNCHEDI L., R. TACCONI (1974). Deperimento di peschi in rapporto alla virosi «buterature» del legno. *Inform.Fitopatol.* 24, 5-8.

GRAHAN C.W., J.J.M. FLEGG (1968.) *Longidorus elongatus* (De Man) Thome *et* Swanger on strawberry. *Pl.Path*. 17, 191.

HARRISON B.D., W.P. MOWAT, C.E. TAYLOR (1961). On the transmission of tomato black and tomato black ring virus by *Longidorus elongatus* (Nematoda). *Virology* 14, 480-485.

HEWITT, W.B. (1950). Fanleaf another disease found in Califomia. *Clif.Dept.Agr.Bull.* 3, 62-63.

HEWITT W.B., D.J. RASKI, A.C. GOHEEN (1958). Nematode vector of soil-borne fanleaf virus of grapevine. *Phytopathol.* 48, 586-595.

KOMURO Y., M. YOSHINO, M. ICHINOE (1970). Tobacco Rattle virus isolated from Aster showing ringspot syndrome and its transmission by *Trichodorus minor* Colbran. *Ann.Phytopath.Soc.Japan* 3, 17-26.

LARA M.P., A. BELLO (1983). Estudio de la problemática que plantean los nematodos fitoparásitos en los cultivos de La Rioja. *Berceo* (Ciencias) 1, 47 pp.

LISTER, R.M. (1964). Strawberry latent ringspot: a nematode-borne viruses. *Annals of Applied Biology* 54, 167-176.

LÓPEZ-PÉREZ J.A., M. ARIAS, A. BELLO (2001). Trichodorida (Nematoda: Triplonchida) in Spain. *Nematology* 3, 403-409.

MCELROY, F.P. (1971). *Longidorus elongatus* damaging strawberry in British Columbia. *Pl.Dis.Reptr.* 55, 266-267.

MARCILLA ARRAZOLA, J. (1942). *Tratado práctico de viticultura y enología españolas.* 3ª.edición, 1968. Sociedad Anónima Española de Traductores y Autores. Madrid. 1, 313-316.

MARTELLI, G. (1978). Nematode-borne viruses of grapevine, their epidemiology and control. *Nematol.medit.* 6, 1-27.

MEER F.A. VAN DER (1965). Investigations of currant viruses in the Netherlands. II. Further observations on spoon leaf virus, a soil-borne virus transmitted by the nematode *Longidorus elongatus*. *Neth.J. of Plant Pathol.* 71, 33-46.

NAVAS, A. (1984). Nematodos transmisores de virus en cultivos de La Rioja. *Berceo* 2, 7-22.

NAVAS A., M. ARIAS (1986). On the distribution and ecology of *Xiphinema index* and *X. italiae* in Spain. *Nematol. medit.* 14, 7-13.

NAVAS A., A. BELLO. M. ARIAS (1988). Ecology and potential distribution of *Xiphinema diversicaudatum* and *X.pachtaicum* (Nematoda: Longidoridae) in Continental Spain. *Nematologica* 34, 314-330.

NOLASCO G., C. DE BLAS, V. TORRES, F. PONZ (1993). A method combining inmunocapture and PCR amplification in a microtiter plate for the detection of plant viruses and survival pathogens. *J.Virol.Methods* 45, 201-218.

NOMBELA G., A. BELLO (1983). Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Bol.Serv.Plagas* 9, 183-189.

PLOEG A.T., D.J.F. BROWN, D.J. ROBINSON (1962). The association between species of *Trichodorus* and *Paratrichodorus* vector nematodes and serotypes of tobacco rattle tobravirus. *Ann. appl.Biol.* 121, 619-630.

PLOEG A.T., F.C. ZOON, P.W.T. MAAS (1996). Transmission efficiency of five tobravirus strains by *Paratrichodorus teres*. european *J. Pl. Path.* 102, 123-126.

PROVEDO J., J.L. FERNÁNDEZ-SEVILLA (1973). Planteamiento del problema de las virosis a nivel regional. *IV Jornadas de estudio AIDA*, 16 p.

SALOMAO, T.A. (1973). Soil transmission of artichoke yellow band virus. *2nd.Congr. Internz.Studi Carciofo, Bari, Italy*. Edizioni Minerva Medica, 831-854.

SZCZYGEL, A. (1975). The effect of *Longidorus elongatus* on seedling fruit tree rootstock in Poland. In: F.Lamberti, A.C.Taylor and J.W.Seinhorst (Eds) *Nematode Vectors of Plant Virusses.* Plenum Press. London and New York, 387-388.

SEINHORST, J.W. (1966). *Longidorus elongatus* on *Fragaria vesca. Nematologica* 12, 275-279.

STIRLING, G.R. (1976). *Paratrichodorus minor* associated with a new disease of onions in South Australia. *Pl.Dis.Reptr.* 60, 74-75.

TAYLOR, C.E. (1962). Transmission of raspberry ringspot virus by *Longidorus elongatus* (de Man) (Nematoda: Dorylaimida). *Virology* 17, 493-494.

TOWLE A., E. DONCASTER (1978). Feeding of *Longidorus caespiticola* on rye-grass, *Lollium perenne* L. *Nematologica* 24, 277-285.

TRUDGILL D.L., D.J.F. BROWN, D.G. MCNAMARA (1983). Methods and criteria for assessing the transmission of plant viruses by longidorid nematodes. *Tev.nematol.* 6, 133-141.

VALDEZ R.B. (1973). Transmission of raspberry ringspot virus by *Longidorus coespiticola, L.leptocephalus* and *Xiphinema diversicaudatum* and arabis mosaic virus by *L.coespiticola* and *X.diversicaudatum*. *Ann.appl.Biol* 71, 229-234.

WALKINSHAW C.H., G.D. GRIFFIN, R.H. LARSON (1961). *Trichodorus christiei* as a vector of potato corky ringspot (tobacco rattle) virus. *Phytopathol.* 51, 806-808.

WHITEHEAD A.G., R.A. DUNNING, D.A. COOKE (1971). Docking disorder and root ectoparasitic nematodes on sugar beet. *Rep.Roth.exp.Stn.*, 219-236.

Nematodos transmisores de virus de la familia Trichodoridae asociados al cultivo de manzano en Asturias

J.A. López-Pérez[1], M. Arias[1], J. Fresno[2], E. Dapena[3]

[1] Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Serrano 115 dpdo. 28006 Madrid, correo-e: maria.arias@ccma.csic.es.
[2] Dpto. Biotecnología. SGIT-INIA. Ctra. de La Coruña Km. 7,5. 28040 Madrid.
[3] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13. 33300 Villaviciosa.

RESUMEN

Se estudian por primera vez los nematodos transmisores de virus de la familia Trichodoridae en el Principado de Asturias, encontrándose que aparecen en el 23% de las muestras estudiadas. Las especies encontradas fueron *Trichodorus lusitanicus* y *T. primitivus*, la primera de ellas con más frecuencia, habiéndose citado ambas especies en España con anterioridad. En el material vegetal correspondiente no se encontró el virus del cascabeleo del tabaco (TRV) transmitido por estos nematodos. El clima de Asturias, húmedo y templado, es idóneo para la presencia de individuos de esta familia. Por otro lado, se establece que los tricodóridos no parecen afectar a los manzanos de Asturias ni por su acción directa ni por su capacidad transmisora de virus.

INTRODUCCIÓN

Los tricodóridos constituyen junto a tilénchidos y longidóridos, el grupo de nematodos fitoparásitos. La mayor parte de los fitoparásitos pertenecen al orden Tylenchida, mientras que Longidoridae y Trichodoridae, que se incluyen en los órdenes Dorylaimida y Triplonchida respectivamente, y se caracterizan porque algunas de sus especies son capaces de transmitir virus vegetales de forma específica a las plantas de las que se alimentan. El grupo de los tricodóridos es el menor en cuanto a diversidad y número de individuos en el suelo, sin embargo no es el menos importante desde los puntos de vista zoológico y fitopatológico, por lo que el interés por su estudio se ha incrementado considerablemente en los últimos años (DECRAEMER, 1995).

Estos nematodos se distinguen fácilmente bajo el microscopio esteroscópico por su escasa movilidad, su cuerpo cilíndrico con los extremos redondeados y, sobre todo, por la presencia de un estilete u onquiostilo macizo y ligeramente curvado que confiere a los individuos de este grupo una forma de alimentación diferente a la del resto de los fitoparásitos.

El primer tricodórido fue descrito por de Man (1880) como *Dorylaimus primitivus*, el género *Trichodorus* lo estableció Cobb (1913), 30 años después, y su interés en agricultura surgió 40 años más tarde, cuando Christie y Perry (1951) demostraron que un nematodo edáfico de vida libre, *Paratrichodorus minor* (= *T. christiei*), causaba pérdidas en diversos cultivos de Florida como ectoparásito, y aún pasaron otros 10 años más para que se comprobara su capacidad de transmitir Tobravirus, que afectan a diversos cultivos hortícolas e industriales, siendo los virus vegetales con mayor rango de hospedadores potenciales (BROWN y col., 1995).

Los tricodóridos son asimismo importantes desde el punto de vista agronómico, por cuanto son capaces de causar alteraciones en el sistema radicular de determinadas plantas cultivadas, como el «docking disorder» en remolacha, una enfermedad de gran importancia en Europa, así como la transmisión de virus a cultivos como patata o bulbos de plantas ornamentales, donde causan pérdidas importantes. Como ectoparásitos se encuentran en los ápices radiculares de las plantas, formando agregados de gran número de individuos que son frecuentemente de poblaciones mixtas, que se alimentan en las células epidérmicas con marcada preferencia por la zona meristemática de las raicillas secundarias, en las que provocan detención del crecimiento con considerable reducción del sistema radicular y, en consecuencia, de la capacidad de absorción de nutrientes por parte de la planta (WYSS, 1975).

Son muchas las especies de este grupo de nematodos que han sido citadas como patógenas, pero su importancia varía de acuerdo con su distribución y rango de hospedadores. Por otra parte, se ha observado gran especificidad entre estos nematodos y las razas de virus que transmiten (PLOEG y col., 1992). El Tobacco Rattle Virus (TRV) afecta a un rango muy amplio de plantas cultivadas y espontáneas, siendo el responsable de dos de las más importantes enfermedades que afectan a cultivos de patata y bulbos de plantas ornamentales en Europa (HARRISON y ROBINSON, 1986).

Los nematodos de la familia Trichodoridae se encuentran distribuidos por todo el mundo, aunque es en el norte de Europa y de América donde más se han estudiado los problemas que plantean. Su distribución espacial es muy irregular, son muy sensibles a los cambios producidos en su entorno, especialmente a la desecación y a fluctuaciones de humedad. El número de individuos de una población se encuentra, por lo general, altamente correlacionado con el régimen de precipitaciones, por lo que suelen encontrarse a gran profundidad, especialmente en períodos secos. Pueden encontrarse tanto en zonas de clima cálido como templado, en áreas donde no se produzcan cambios bruscos de temperatura y humedad, siendo *Trichodorus primitivus* la especie que mejor soporta las condiciones adversas.

Aunque la vía más importante de dispersión de Tobravirus es a través del material vegetal infestado, los nematodos son responsables de mantener la infección del virus, al tener ambos patógenos un amplio rango de hospedadores que les permite sobrevivir entre la rotación de dos cultivos, alimentándose en plantas espontáneas que les sirven de reservorios, de ahí la importancia que tiene para la epidemiología de estas enfermedades el conocimiento correcto de las especies, su distribución geográfica y rango de hospedadores como medidas de prevención de la enfermedad.

En España se han realizado numerosos estudios sobre su taxonomía, distribución y ecología de longidóridos y, en la última década, principalmente su relación con la presencia del virus del entrenudo corto de la vid (GFLV) (ARIAS y col., 1994; ARIAS y col., 1997). Por el contrario, es muy poco lo que se conoce sobre tricodóridos y tobravirus, posiblemente debido, por un la-

do, a la dificultad que implica su identificación, pero sobre todo por su gran sensibilidad a los cambios producidos en el ambiente, que condicionan el buen conocimiento de la distribución de estos nematodos (DECRAEMER, 1991) y, por otro lado, a la gran variabilidad en la sintomatología producida en las plantas por los tobravirus y la existencia de infecciones que inducen a confusión (HARRISON y ROBINSON, 1981).

Las especiales características de este grupo de nematodos y de los virus que transmiten, su variabilidad y especificidad en la transmisión, frecuentemente condicionada por el ambiente (BROWN y col., 1995), hacen especialmente interesante este estudio, dada la situación geográfica y gran variabilidad ambiental de nuestro país, con ambientes de templados a subtropicales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Principado de Asturias es una de las comunidades autónomas menos estudiadas desde el punto de vista nematológico y nada se sabía de la presencia de individuos de la familia Trichodoridae. Se muestrearon fundamentalmente manzanos debido a la importancia de este cultivo para la región y sobre todo al hecho de que en él se han citado problemas de virosis transmitidos por estos nematodos.

El 12 de septiembre de 1997 se tomaron un total de 30 muestras de cultivo de manzano recogidas en las localidades y características que se indican en la Tabla I. Para localizar estos nematodos es fundamental profundizar en el suelo hasta llegar a la zona húmeda, por lo tanto, las muestras de suelo se tomaron desestimando los primeros cinco centímetros y hasta una profundidad de 40 cm, siempre alrededor de las raíces secundarias de la planta. Una vez recogida la muestra de suelo, se conserva en una bolsa de plástico cerrada y se transporta al laboratorio en un medio que conserve su humedad, se procede a su extracción por el método de filtración-decantación de Flegg (1967). Se aislaron bajo un estereomicroscopio Zeiss y se determinó bajo un microscopio Leitz DIALUX con interferencia Nomarsky. El estudio del virus se realizó por ELISA-DAS o ELISA amplificado (BARBARA y CLARK, 1982) en raíces del manzano correspondiente a cada muestra.

RESULTADOS

De las 30 muestras recogidas en el Principado de Asturias, siete (23%) resultaron positivas (Tabla I), una proporción muy elevada si tenemos en cuenta los resultados obtenidos por López-Pérez (1998) que encuentra como promedio un 4% de muestras positivas, si bien en muestreos dirigidos a la búsqueda de individuos de esta familia, es decir, muestreando en zonas húmedas y a la profundidad adecuada, el promedio puede ser del 33%. Por otro lado, la mayoría de las especies de esta familia aparecen asociadas al clima templado, como es el del Principado de Asturias, un clima atlántico-europeo, con elevada humedad y temperatura moderada.

Tabla I. Relación de muestras tomadas en el Principado de Asturias

Nº Muestra		Localidad	coord. UTM
1		Villaviciosa (SERIDA), pomarada 40 años	30TUP0308
2		« pomarada 10 años (cercana a la anterior)	30TUP0308
3		« pomarada 40 años	30TUP0308
4	(+)	« colección del Banco de Germoplasma	30TUP0308
5		« (manzano 9 años)	30TUP0308
6		Quintueles, Concejo de Villaviciosa, Almaro, Casa Molar	30TTP9515
7	(+)	«	30TTP9515
8		«	30TTP9515
9		Quintueles, Concejo de Villaviciosa, «Finca Josefina». Manzanos viejos	30TTP9614
10		«	30TTP9614
11		«	30TTP9614
12	(+)	«	30TTP9614
13		Argüero, Concejo de Villaviciosa, Hermanos Busto. Pomarada 12 años	30TTP9713
14		«	30TTP9713
15		«	30TTP9713
16		Tuero, Concejo de Villaviciosa, Pomarada 15 años	30TTP9811
17	(+)	«	30TTP9811
18	(+)	«	30TTP9811
19		Tuero. Pomarada 40-50 años	30TTP9812
20		«	30TTP9812
21		«	30TTP9812
22		Pruvia, Concejo de Llanera (Santiago Pérez), manzanos de 12-13 años	30TTP3507
23		« pomarada vieja	30TTP3507
24		Pruvia, Concejo de Llanera (Santiago Pérez)	30TTP2507
25		San Cucao, Concejo de Llanera	30TTP3603
26	(+)	«	30TTP3603
27		«	30TTP3603
28		Concejo de Siero, cerca del río Nora	30TTP9000
29	(+)	«	30TTP9000
30		«	30TTP9000

(+) muestras positivas de tricodóridos

Las muestras que resultaron positivas presentaron las siguientes especies:

– *Trichodorus lusitanicus*: muestras nº 4, 7, 12, 17, 18, 29.
– *Trichodorus primitivus*: muestras nº 26.

Descripción de las especies encontradas

Trichodorus lusitanicus **Siddiqi, 1974**. Cuerpo ligeramente arqueado, como corresponde a los ejemplares del género. La **hembra** presenta un par de poros laterales detrás de la vulva, la cual tiene una apertura en forma de poro y esclerotizaciones vaginales como dos piezas triangulares robustas con ángulos obtusos. La vagina tiene una silueta hemisférica y su longitud es equivalente a la mitad de la anchura corporal. El **macho** tiene la parte posterior curvada. Con dos papilas cervicales ventromedianas, una de ellas situada a la altura de la mitad del onquiostilo y la

segunda tras el anillo nervioso, y tres papilas precloacales. Sus espículas presentan una constricción central, ensanchada anteriormente y terminada en cabeza redondeada. Es una especie con gran variabilidad intraespecífica, pero la morfometría de nuestros ejemplares se encuentra dentro de las descritas para Portugal (ALMEIDA y col., 1989) (Fig. 1A y 1C).

***Trichodorus primitivus* (DE MAN, 1880) Micoletzky, 1929.** La **hembra** presenta la apertura del poro excretor al nivel del anillo nervioso. Con tres poros laterales hipodérmicos, uno ligeramente posterior a la vulva, otro a una distancia equivalente a tres 'anchuras' del cuerpo y el tercero a siete 'anchuras' de la vulva. Su apertura vulvar en forma de pequeña ranura transversal, con espermateca, poros caudales subterminales, situado más ventralmente que en otras especies. Las esclerotizaciones vaginales bien perceptibles, ovaladas y alargadas, paralelas entre sí y transversales al eje del cuerpo (Fig. 1D). El **macho** presenta tres papilas ventromedianas anteriores al poro excretor, una a nivel del tercio posterior del onquiostilo, otra ligeramente poste-

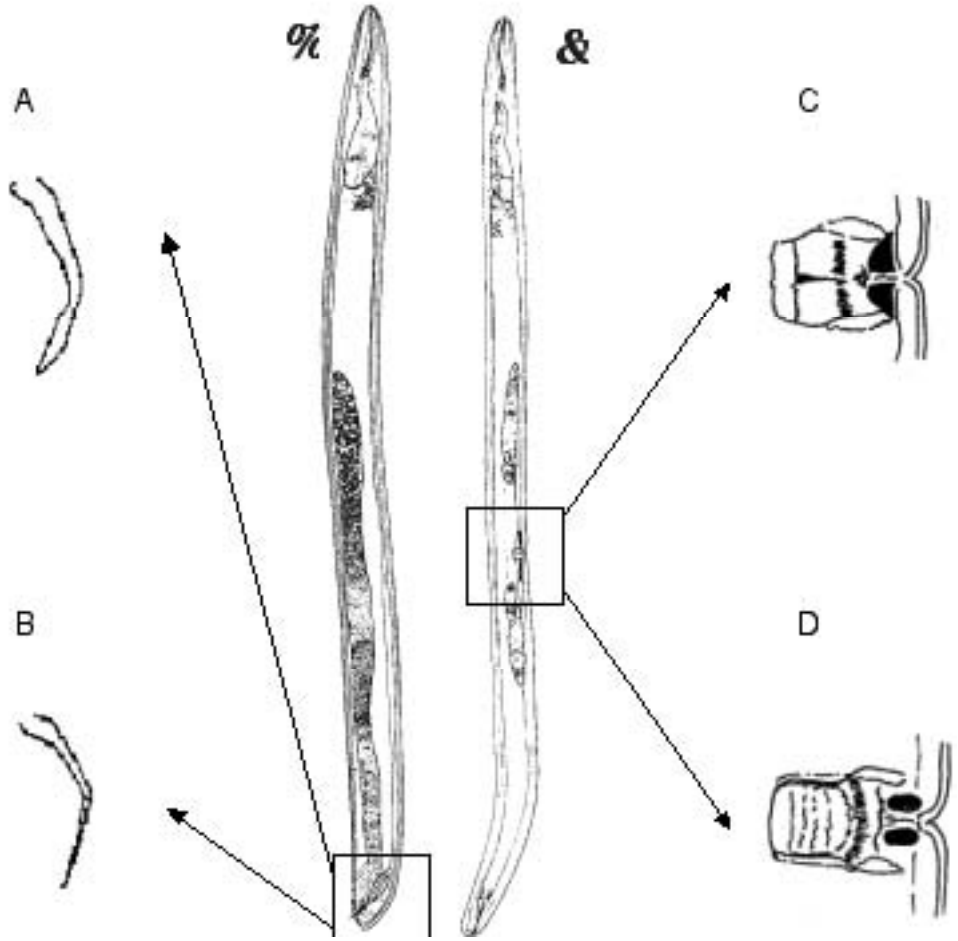


Figura 1. *Morfología general de los tricodóridos didélficos: A. Espícula de* T. lusitanicus**;** *B. Espícula de* T. primitivus**;** *C. Vagina de* T. lusitanicus; *D. Vagina de* T. primitivus

rior a la base del onquiostilo y la tercera al nivel del anillo nervioso. Un poro lateral hipodérmico situado a la altura del centro de la papila ventromediana. Existen tres papilas suplementarias precloacales y sus espículas bastante estilizadas (Fig. 1B).

En cuanto a su distribución edáfica, las muestras fueron tomadas en suelos del tipo Cambisol húmico. En cuanto a su distribución espacial, entre 10 y 25 cm es la profundidad más frecuente a la que se encuentra *T. lusitanicus* y *T. primitivus* entre 20 y 40 cm aunque puede aparecer hasta 50 cm de profundidad según López y Arias (1997).

Las especies encontradas son distintas entre sí desde el punto de vista agroecológico. *T. primitivus* ha sido descrito en numerosas ocasiones como transmisor del «virus del cascabeleo del tabaco» (*Tobacco Rattle Virus*-TRV) y como patógeno por su acción directa en el sistema radicular principalmente en hortícolas de países del norte de Europa, mientras que *T. lusitanicus* nunca ha sido encontrado causando daños, esta especie fue descrita asociada a tomate (SIDDIQI, 1974) y las citas posteriores se deben a Almeida y col. (1989) asociada a olivo y alcornoque en Portugal, en ningún caso se encontraron alteraciones en las plantas. En España esta especie se había citado en dos puntos de Málaga asociada a araucaria, higuera y patata y en San Sebastián asociada a sauce (LÓPEZ-PÉREZ y col., 2001). *T. primitivus* es una especie con una distribución más amplia, en España existen varias citas, donde aparece principalmente asociado a frutales (ARIAS y ROCA, 1986; LÓPEZ-PÉREZ y col., 2001), aunque tampoco se han descrito daños.

En los estudios realizados sobre las raíces de manzano estudiadas para comprobar la presencia de tobravirus, el resultado del Test ELISA con un suero comercial para TRV fue negativo, por lo que podemos considerar que ninguno de los manzanos estudiados estaba afectado por dicho virus. En dichas raíces tampoco se observaron lesiones producidas por estos nematodos, aunque también es cierto que las poblaciones encontradas siempre eran bastante bajas (4-5 individuos por kg de suelo).

CONCLUSIONES

- Se han encontrado por primera vez en el Principado de Asturias miembros de la Familia Trichodoridae, en concreto dos especies del mismo género: *Trichodorus lusitanicus* y *T. primitivus*.
- Su presencia en el norte de España confirma su distribución en Europa, ya que la mayoría de especies de esta familia aparecen asociadas al clima Atlántico, donde la humedad es elevada y la temperatura moderada.
- No se han encontrado patologías asociadas a su presencia debido posiblemente a la baja densidad de las poblaciones y a que los frutales estudiados llevaban mucho tiempo asentados y su masa radicular está lo suficientemente consolidada como para que la planta pudiera verse afectada.
- No ha sido encontrado el virus que transmiten, a pesar de que *T. primitivus* es transmisor del virus TRV. *T. lusitanicus* sigue manteniéndose como una especie de la que no se conoce su capacidad transmisora.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA M.T., D. DE WAELE, M.S. SANTOS, D. STURHAN (1989). Species of *Trichodorus* (Nematoda: Trichodoridae) from Portugal. *Rev. Nematol.* 12, 219-233.

ARIAS M., J. FRESNO, A. BELLO (1994). Nematodos vectores de virosis de la vid en España. *Invest.Agr.: Prod. Prot. Veg.* Vol. Fuera Serie 2, 187-189.

ARIAS M., F. ROCA (1986). *Trichodorus castellanensis* Arias Delgado, Jiménez-Millán et López-Pedregal a junior sinonim of *Trichodorus primitivus* (De Man). *Nematol. medit.* 14, 279-281.

ARIAS M., J. FRESNO, J.A.LÓPEZ, M. ESCUER, S.C. ARCOS, A. BELLO (1997). *Nematodos, Virosis y Manejo del Viñedo en Castilla-La Mancha,* CSIC/J. CC. Castilla-La Mancha, Madrid, 120 pp.

BARBARA D.J., M.F. CLARK (1982). A simple indirect ELISA using F(ab')$_2$ fragments of inmunoglobulin. *I. Gen.Virol.* 58, 315-332.

BROWN D.J.F., W.M. ROBERTSON, D.L.TRUDGILL (1995). Transmission of viruses by plant nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol*. 33, 223-249.

CHRISTIE J.R., V.G. PERRY (1951). A root disease of plants caused by a nematode of the genus *Trichodorus. Science*, 113: 491-493.

COBB N.A. (1913). New nematode genera found inhabiting fresh water and non-brackish soils. *J. Wash. Acad. Sci.* 3, 432-444.

DECRAEMER, W. (1991). Stubby root and virus vector nematodes: *Paratrichodorus, Trichodorus, Monotrichodorus* and *Allotrichodorus. In:* W.R. Nickle, Marcel Dekker (Eds), *Manual of Agricultural Nematology*., New York. 587-625.

DECRAEMER, W. (1995). *The Family Trichodoridae: Stubby Root and Virus Vector Nematodes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 360 pp.

DE MAN, J.G. (1880). Die einheimischen, frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden. *Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver.* 5, 1-104.

FLEGG, J.J.M. (1967). Extraction of *Xiphinema* and *Longidorus* species from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. *Ann. appl. Biol*. 60, 427-437.

HARRISON B.D., D.J. ROBINSON (1981). Tobraviruses. *In: Handbook of Plant Virus Infections*. E.Kurstak (Ed). Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, 515-540.

HARRISON B.D., D.J. ROBINSON (1986). Tobraviruses. *In:* M.V.H. van Regenmortel, H. Fraenkel-Conrat, R. Wagner (Eds.). *The Plant Viruses*. Vol. 2, Plenum Press. 339-369.

LÓPEZ-PÉREZ, J.A. (1998). *Nematodos Fitoparásitos y Transmisores de Virus de la Familia Trichodoridae (Thorne) Clark, 1961 (Nematoda:Triplonchida) en España.* Tesis Doctoral, Univ. Complutense Madrid, 316 pp.

LÓPEZ J.A., M. ARIAS. (1997). Factores edáficos que condicionan la distribución de los nematodos Tricodóridos en la Península Ibérica. *Edafología* 3, 147-152.

LÓPEZ-PÉREZ J.A., M. ARIAS, A. BELLO (2001). Trichodorida (Nematoda: Triplonchida) in Spain. *Nematology* 3, 403-409.

PLOEG A.T., D.J.F. BROWN, D.J. ROBINSON (1992). The association between species of *Trichodorus* and *Paratrichodorus* vector nematodes and serotypes of tobacco rattle tobravirus. *Ann. appl. Biol*. 121, 619-630.

SIDDIQI, M.R. (1974). Systematics of the genus *Trichodorus* Cobb, 1913 (Nematoda: Dorylaimida), with descriptions of three new species. *Nematologica* 19, 259-278.

WYSS, U. (1975). Feeding of *Trichodorus, Longidorus* and *Xiphinema*. *In:* F. Lamberti, C.E. Taylor, J.W. Seinhorst (Eds), *Nematode Vectors of Plant Viruses*. Plenum Press, London: 203-221.

Ecología y control de *Meloidogyne incognita* en hortalizas de la Comarca de Villena (Alicante)

J.A. López-Pérez[1], A. Bello[1], A. García-Álvarez[1], R. Sanz[1], M.A. Díez Rojo[1], J.C. Ferrándiz[2], R. Domene[1]

[1] Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Madrid, correo-e: antonio.bello@ccma.csic.es.
[2] Agrícola Villena S. Coop. Villena; 3. Horfres S.L., Villena.

RESUMEN

Se hace una caracterización agroecológica del nematodo formador de nódulos *Meloidogyne incognita* en hortalizas en la comarca de Villena (Alicante), con el fin de diseñar sistemas de producción ecológica para su control. Se estudia la biología de *M. incognita* en la zona de estudio, encontrando que están representadas las razas 1 y 4, produciéndose a lo largo del año seis ciclos, cuatro desde mayo a septiembre y los otros dos en otoño y al final del invierno y no se confirma la presencia de ecotipos. Se establece una escala de índices en zanahoria para caracterizar los problemas producidos por el nematodo y se destaca la importancia de la flora arvense en la regulación de las poblaciones del nematodo patógeno. Se resalta el interés del empleo de la biofumigación con restos de cosecha para el control del nematodo, siempre que forme parte de un sistema de producción integral.

INTRODUCCIÓN

Los nematodos endoparásitos del género *Meloidogyne*, altamente patógenos, son muy dependientes de los factores ambientales, especialmente la temperatura y la humedad, así como de las características del suelo y de las plantas, tanto cultivadas como la flora arvense. De ahí la gran importancia de un estudio ecológico previo a la selección de las alternativas para su control. Teniendo en cuenta la distribución geográfica del género *Meloidogyne*, se puede diferenciar un grupo de especies característico de las regiones templadas, mientras que otro grupo se encuentra preferentemente en ambientes cálidos, como es el caso de *M. incognita*, que es la única especie de este género que se ha encontrado en la comarca de Villena.

A pesar de los rasgos generales establecidos para la distribución de las especies del género *Meloidogyne*, puede ocurrir que determinadas poblaciones se adapten a unas condiciones microclimáticas que no corresponden a la especie a la que pertenecen. En este caso podemos hablar de ecotipos, y cuando sólo se refiere a la temperatura se denominan termotipos. Esta hipó-

tesis fue considerada en Villena para *M. incognita*, puesto que durante el invierno se observaron campos de zanahoria muy afectados por este nematodo.

Entre los nematodos parásitos de plantas encontrados en los cultivos de Villena, *M. incognita* es la especie que causa mayores pérdidas en los cultivos de zanahoria, aunque afecta a otros cultivos hortícolas como chirivías, nabicol y puerro, y se encuentra también en frutales como la higuera. Las graves pérdidas ocasionadas por este nematodo en hortalizas nos ha conducido a realizar un estudio ecológico, con el fin de encontrar alternativas que permitan regular sus poblaciones. La especie ha sido revisada por Orton-Williams (1973), quien la considera uno de los nematodos patógenos de mayor importancia, especialmente en las regiones cálidas. Produce nódulos característicos en las raíces pudiendo actuar en interacción con diferentes especies de bacterias y hongos patógenos.

En este trabajo se hace énfasis especial en su biología, caracterización de las razas a las que pertenecen las poblaciones de Villena, características ecológicas y especialmente su dependencia con la temperatura, síntomas que producen en la planta de zanahoria estableciendo escalas para la valoración de daños; se estudia también su relación con la flora arvense y se dan alternativas para su control.

MATERIAL, MÉTODOS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biología de *Meloidogyne incognita*

M. incognita es una especie polífaga frecuente en ambientes mediterráneos que se encuentra preferentemente en el Levante y el sur peninsular, aunque en ambientes templados puede afectar a cultivos bajo invemadero. Su ciclo biológico presenta cuatro fases juveniles, dentro del huevo se forma la fase J_1 que sin salir de él pasa a J_2, siendo esta fase la que sale del huevo, tiene capacidad migratoria y es la que penetra en la raíz de la planta. Al entrar en la raíz, el nematodo se hace sedentario y pasa por los sucesivos estadios de desarrollo, engrosando progresivamente, hasta que aparece la hembra adulta en forma de pera, tal como hace referencia su nombre genérico. Simultáneamente produce una hipertrofia o engrosamiento de las raíces, de ahí el nombre de «nematodo formador de nódulos», y en la comarca de Villena se conoce como «porrina». La hembra produce en torno a 500 huevos que quedan cubiertos por una masa gelatinosa de color castaño en el exterior de la raíz. Los machos son vermiformes y viven exclusivamente en el suelo, aunque las hembras pueden reproducirse por partenogénesis (Fig. 1).

La duración del ciclo varía de una especie a otra, y para una misma especie puede variar también en función de la temperatura. *M. incognita* se desarrolla a una temperatura óptima de 28 ºC y tarda un mes en completar su ciclo biológico, mientras que a 20 ºC la duración es de 57-60 días (ORTON-WILLIAMS, 1973). El efecto de la temperatura también se manifiesta en la movilidad de la fase migratoria (J_2), se ha observado que por debajo de 18 ºC también afecta a su capacidad de penetración en la raíz y por debajo de 15 ºC permanecen inmóviles. Del mismo modo, se ha comprobado que temperaturas superiores a 35 ºC impiden su reproducción. Por tanto, cuanto más se acerque la temperatura ambiente a la temperatura óptima para el desarrollo del nematodo, la duración del ciclo se reducirá (TRUDGILL, 1995). Según diversos estudios sobre el efecto de la temperatura en el desarrollo de las distintas especies de *Meloidogyne*, partiendo de una temperatura base de 10,1 ºC, *M. incognita* necesita para el desarrollo completo de su ciclo 400 grados días (PLOEG y MARIS, 1999).

Figura 1. *Ciclo biológico de M. incognita (J_2-J_4 juveniles)*

Caracterización de las poblaciones de *M. incognita* en Villena

Para la caracterización de las poblaciones de *M. incognita* de Villena se ha realizado el test de hospedadores de Hartman y Sasser (1985), utilizando fundamentalmente algodón Deltapine 61 y tabaco North Carolina 95 (Tabla I).

Tabla I. Identificación de razas de *M. incognita* con hospedadores diferenciales

Raza	Hospedadores diferenciales	
	Algodón Deltapine 61	Tabaco NC 95
1	–	–
2	–	+
3	+	–
4	+	+

En el caso de las poblaciones de Villena estudiadas, los hospedadores probados han sido, además de los establecidos por Hartman y Sasser (1985), tomates y pimientos sensibles y resistentes a *M. incognita*, que nos permiten diferenciar **patotipos** dentro de una misma raza, que son poblaciones diferentes que aparecen debido a una repetición continuada del cultivo con plantas resistentes, hecho que propicia la selección de ciertos individuos que son capaces de romper la resistencia. En el conjunto de las poblaciones de Villena, hemos encontrado una que pertenece a la **raza 4**, puesto que afecta al tabaco y al algodón, siendo además capaz de producir infestación en las raíces de dos variedades de pimientos resistentes, Carolina Wonder y Charleston Belle, aunque no afecta al tomate cv. Nikita que tiene genes de resistencia a *M. incognita* (Tabla II).

Tabla II. Caracterización de las poblaciones de *M. incognita* de Villena

Población	Algodón	Tabaco	Tomate cv.		Pimiento (*)	
		Marmande (S)	Nikita (R)	S	R	
Viñedo	+	+	+	–	+	+
Puerro	–	–	+	+	¿?	–

(*) S: planta sensible; R: resistente a *M.incognita*

Según la Tabla II se puede considerar la población de *M. incognita* procedente de un suelo que estuvo anteriormente con viñedo, como un patotipo virulento que parasita a los cultivares resistentes de pimiento, lo que dificulta las posibilidades de hacer rotaciones con este cultivo para su control.

Por otro lado se ha estudiado otra población de *M. incognita* que procedía de la zona de huerta, aislada de un cultivo de puerro, resultando positiva para los tomates Nikita resistentes aunque no afecta a los pimientos resistentes Charleston Belle y Carolina Wonder, así como tampoco parasitó al algodón Deltapine 61 ni a tabaco NC 95, por lo que se considera perteneciente a la raza 1.

Efecto de la temperatura sobre *M. incognita*

La comarca de Villena, por sus características climáticas, no parece ser el área adecuada para el desarrollo de las poblaciones de *M. incognita*, y mucho menos que afectara de forma gra-

ve a los cultivos de zanahoria durante el invierno, ya que Villena presenta temperaturas medias por debajo de 15 ºC desde el mes de octubre hasta mayo. Debe recordarse que *M. incognita* sólo suele producir este tipo de problemas en áreas con temperaturas altas (Fig. 2).

Por ello, una vez determinada la presencia de *M. incognita*, nos planteamos la posibilidad de que se tratara de un termotipo adaptado a climas fríos. Partiendo de esta hipótesis de trabajo, se diseñó un experimento consistente en el estudio de la reproducción de las poblaciones de Villena a distintas temperaturas, con el fin de observar si existía una mejor adaptación a las bajas temperaturas y si su capacidad reproductiva era similar a la de las poblaciones de *M. incognita* que se reproducen a temperaturas por encima de los 20 ºC. Durante el experimento, la población original se mantuvo en cámara a 24 ºC, para conseguir un nivel de inóculo suficientemente elevado. A una fracción de la población original se le incrementó la temperatura hasta 30 ºC, mientras que otra fracción se mantuvo a 17 ºC, en todos los casos sobre tomate cv. Marmande, sensible a *M. incognita*, en macetas de 500 g y con siete repeticiones por cada tratamiento. En los resultados obtenidos (Fig. 3) no se observaron diferencias en los índices de nodulación por *M. incognita* sobre tomate cv. Marmande sometido a las dos temperaturas elegidas y únicamente aparecen diferencias en la duración de los ciclos que, como es lógico, es mayor en los de temperatura más baja. Por otro lado, la población que se mantuvo a 30 ºC se pasó posteriormente a 17 ºC para observar su respuesta al cambio de temperatura, con la intención de determinar si su aclimatación a temperaturas altas dificultaba su actividad a tempera-

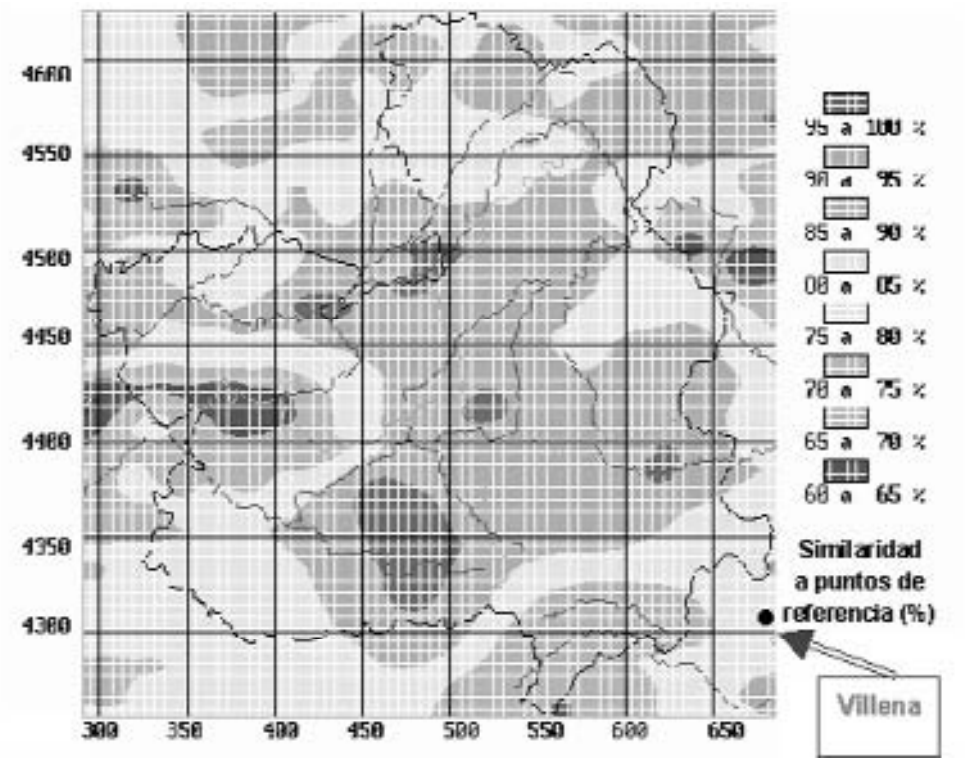


Figura 2. *Zonas de riesgo de M. incognita en función de la temperatura en la submeseta sur (BELLO y col., 1996)*

turas inferiores. Sin embargo, los resultados que se obtuvieron no han permitido determinar la presencia de termotipos adaptados a bajas temperaturas en la población de *M. incognita* estudiada en Villena.

Cuando se estudian los valores de la temperatura del suelo a lo largo del año (Fig. 4), encontramos que *M. incognita* en Villena puede desarrollar su ciclo bajo una temperatura óptima, desde el 15 de mayo al 15 de septiembre (durante 4 meses), dando lugar como máximo a cuatro generaciones de nematodos. Durante el otoño (15 de septiembre a 15 de noviembre) y la primavera (abril a 15 de mayo) se alarga la duración del ciclo, pudiendo dar lugar a una generación en cada uno de estos períodos. Por último, el nematodo tiene dificultad para reproducirse en invierno (finales de noviembre a finales de marzo), cuando la temperatura es inferior a 15 ºC, y por tanto los juveniles no pueden desplazarse.

En el campo, de modo práctico, hemos establecido el comienzo de los períodos óptimos para el desarrollo de *M. incognita*, siguiendo el «movimiento» de las hojas de la higuera y su relación con la temperatura del suelo, para poder utilizarlo como *bioindicador.* Se ha encontrado que el 29 de febrero del año 2000 empezaron a moverse el 25% de las yemas terminales, el 13 de marzo aparecieron las primeras hojas de las yemas terminales y se aprecian los primeros frutos y el 24 de marzo estaban en crecimiento las hojas laterales. Esta fase de la higuera coincide con el aumento de la temperatura del suelo que permite el inicio de la actividad del nematodo (Fig. 4), por lo que la aparición de las hojas de la higuera puede tomarse como un buen indicador en campo para ser utilizado por los agricultores, como el comienzo de la actividad del nematodo.

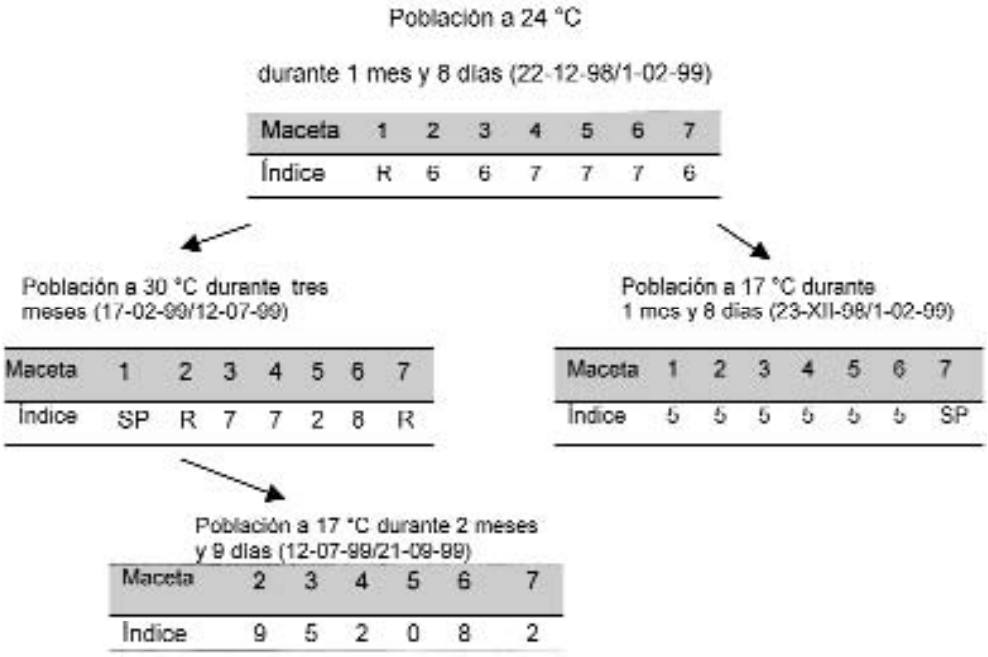


Figura 3. *Efecto de la temperatura en M. incognita (SP: se perdió y R: replantado)*

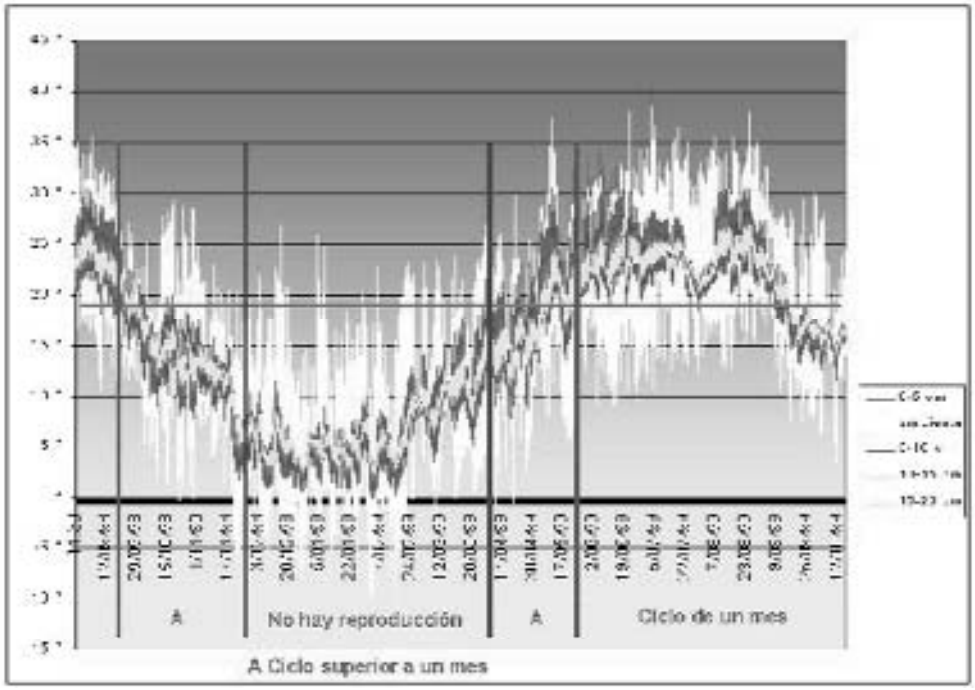


Figura 4. *Temperatura del suelo durante un año (7-09-98 al 5-10-99) en Villena*

Síntomas producidos por *M. incognita* en raíz de zanahoria

Es necesario establecer de un modo gráfico una escala de índices que nos permita valorar el efecto de *M. incognita* sobre la zanahoria, con el fin de conocer la posible existencia de problemas, sin necesidad de recurrir a análisis de suelos en el laboratorio, que son siempre más laboriosos. Para ello se adaptó a la zanahoria la escala establecida en tomate por Bridge y Page (1980), que puede ser utilizada por agricultores y técnicos para poder valorar el problema producido por nematodos en campo y establecer las medidas adecuadas de control. Éstas deben aplicarse cuando los índices son superiores a (4) y aparecen, además, con frecuencia alta (Fig. 5).

Relación de *M. incognita* con la flora arvense

Los principales problemas producidos por la flora arvense se centran en la aparición de juncia (*Cyperus rotundus*), aunque el resto de especies tienen también interés en el conocimiento de la dinámica de las poblaciones de *M. incognita* y para ser utilizadas como plantas trampa en el control de nematodos. En este sentido, cuando la eliminación de la flora arvense se realiza en el momento de la floración de *Diplotaxis erucoides*, las especies de la flora arvense pueden actuar como plantas trampa de *M. incognita y* reducir sus poblaciones. Por otro lado, su presencia en los barbechos puede incrementar las poblaciones de nematodos, especialmente cuando la za-

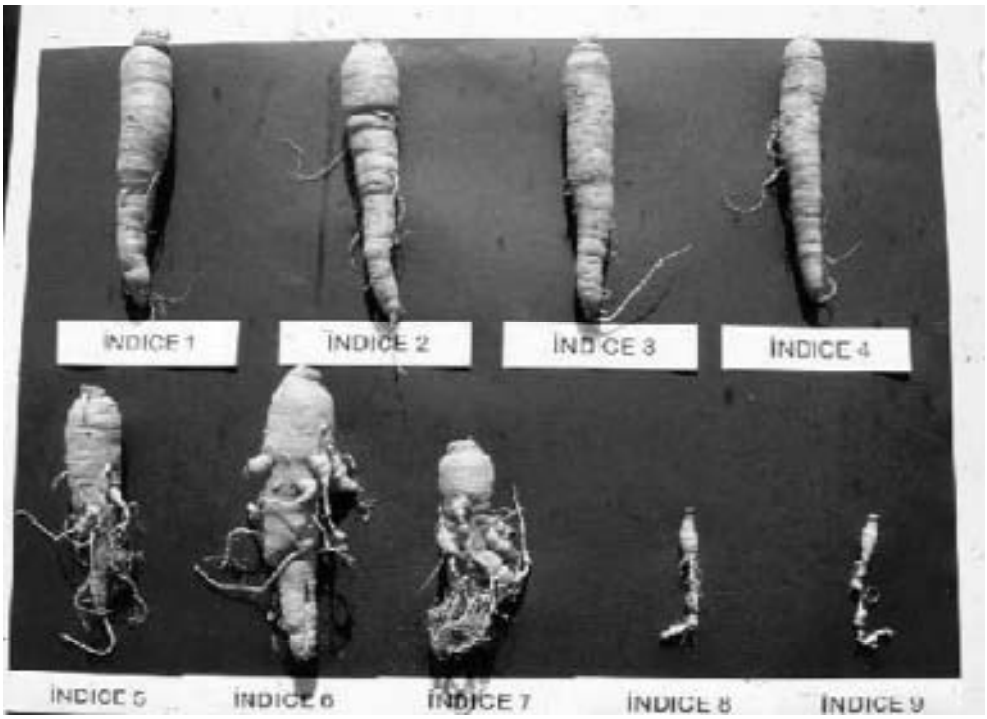


Figura 5. *Escala de índices de nodulación por M. incognita en zanahoria*

nahoria se siembra en los meses de junio y julio, por lo que se recomienda un pase de rotavator cada vez que la flora arvense sea abundante.

La flora arvense encontrada en diferentes parcelas de cultivos hortícolas se determinó el 3 de julio 2000 y el 20 de julio de 2001, y se comprobó que muchas especies estaban afectadas fuertemente por *M. incognita*. Así se han encontrado once especies arvenses afectadas por nodulaciones producidas por *M. incognita*, representando los índices altos por (+++), medio (++) y bajos (+), considerando negativas (-) las plantas que no presentan nodulación en las raíces (Tabla III).

Tabla III. Flora arvense en Villena e índice de nodulación por *M. incognita*

Especie y nombre común (ALCARAZ y col., 1998)	Índice de Nodulación (*)
A. Especies encontradas:	
Amaranthus retroflexus	+
A. viridis (Bleo)	(-) S
Amaranthus sp.	(-) S
Anthemis arvensis	+
Brachypodium pinnatum	(-) N
Convolvulus arvensis (Corrigüela, tapaculos)	+++
Conyza bonaeriensis (Hierba gallinera, pino de la huerta)	(-) P
Coringia orientalis	+++
Cyperus rotundus (Juncia, junza)	++
Daucus carota	+
Digitaria sanguinalis	(-) S
Diplotaxis erucoides (Oruga borde, rabaniza)	++
Diplotaxis sp.	++
Equisetum arvense	(-) N
Galium aparine	(-) N
Heliotropium europaeum (Mirasoles, verruguera)	(-) P
Malva rotundifolia	(-) S
Matricaria chamomila	(-) S
Poa annua (Bayo, pelote, hierba gallinera)	(-) S
Portulaca oleracea (Verdolaga)	++
Salsola kali (Meona, salicor, salicornio))	(-) P
Senecio jacobea	+
S. vulgaris (Hierba cana)	(-) S
Setaria viridis (Cerriche, serriche)	(-) S
Sisymbrium irio (Picantera, rabaniza)	(-) N
Sonchus oleraceus (Cerraja, cerrajón, ensalá, linzón)	++
Veronica hederaefolia	(-) P
Xanthium spinosum (Abreojos, arrancamoños, pegotes)	(-) S
B. Otras especies presentes en la zona:	
Anagallis arvensis (Murajes)	S
Anchusa italica (Bovina, lenguaza)	S
Beta maritima (Acelga de campo)	S
Capsella bursa-pastoris (Bolsa de apstor, zurrón de pastor)	S
Cardaria draba (Floreta, lobón)	N
Chenopodium murale (Cenizo, salao verde)	S
Echium creticum subsp. *coincyanum (Lenguaza, viborera)*	N
Erodium malacoides (Alfileres, mata de los alfileres)	S
Eruca vesicaria var. *longirostris (Amargo, oruga, rabaniza)*	P
Fumaria capreolata (Cuello de paloma, perejilera, zapaticos del Señor)	P
Geranium molle	S
Hirschfeldia incana (Jaramago, rabaniza)	S
Lolium rigidum (Arballo, ballico, vallo)	S
Malva parviflora (Malva)	S
Mercurialis ambigua (Malcoraje. ortiga que no pica)	P
Rapistrum rugosum subsp. *rugosum (Rabaniza, robaniza)*	N
Reseda undata subsp. *leucantha (Pimentonera)*	P
Silene vulgaris subsp. *vulgaris (Colleja)*	P
Solanum nigrum (Tomatera borde, yerba mora)	S
Stellaria media subsp. *media (Hierba gallinera)*	S
Veronica persica (Hierba gallinera)	S

(*) S, sensible; P, posiblemente sensibles; N, no se conoce efecto

Si tenemos en cuenta el Catálogo de Nematodos Parásitos de Plantas de Goodey y col. (1965), encontramos como plantas sensibles (S) a *Meloidogyne* spp. las especies siguientes: *Amaranthus viridis*, *Anagallis arvensis*, *Anchusa italica*, *Beta maritima*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium murale*, *Digitaria sanguinalis*, *Erodium malacoides*, *Geranium molle*, *Hirschfeldia incana*, *Lolium rigidum*, *Malva parviflora*, *M. rotundifolia*, *Matricaria chamomila*, *Poa annua*, *Senecio vulgaris*, *Setaria viridis*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media* subsp. *media*, *Veronica persica* y *Xanthium spinosum*; considerando que son posiblemente sensibles (P), puesto que estos nematodos parasitan a otras especies del mismo género, las siguientes: *Conyza bonaeriensis*, *Eruca vesicaria* var. *longirostris*, *Fumaria capreolata*, *Mercurialis ambigua*, *Reseda undata* subsp. *leucantha*, *Salsola kali* subsp. *ruthenica*, *Silene vulgaris* subsp. *vulgaris* y *Veronica hederaefolia*, por último, no se ha encontrado que los géneros de las especies que figuran a continuación estén afectados por *Meloidogyne* (N): *Brachypodium pinnatum*, *Cardaria draba*, *Echium creticum* subsp. *coincyanum*, *Equisetum arvense*, *Galium aparine*, *Rapistrum rugosum* subsp. *rugosum* y *Sisymbrium irio*, aunque es posible que alguna de las crucíferas de este apartado sean sensibles.

Control

Entre las alternativas no químicas, Arya y Tiagi (1982) encuentran que la zanahoria cv. Black resultó tolerante a *M. incognita* en la India. Singh (1982) encuentra que los problemas de *M. incognita* disminuyen en el cultivo de zanahoria con abonos verdes de judías, maíz, ñame, boniato, cebolla o cacahuete, incrementando la producción comercial del 3 al 32%. Roberts (1987) demuestra la importancia de la fecha de plantación en el control de *M. incognita* en California. Huang y Porto (1988) estudian el efecto del barbecho en la reducción de *M. incognita*, indicando que menos del 10% sobrevive después de 3-4 meses de barbecho.

Por último, según nuestros resultados sobre el efecto de la temperatura sobre la actividad biológica de *M. incognita*, estos nematodos empiezan su actividad biológica en las últimas semanas de marzo, desarrollando una generación hasta mediados de mayo, ello quiere decir que si se aplica un pase de rotavator para controlar las especies arvenses, éstas pueden actuar como plantas trampa, siempre que esta labor se realice antes de que aparezcan masas de huevos de color castaño oscuro en las raíces y que las nodulaciones producidas por el nematodo no estén bien formadas. Sabemos que el nematodo puede originar a partir del 15 de mayo una generación cada mes, es decir, cuatro generaciones hasta finales de septiembre, por ello sería de gran interés planificar las labores y la época de siembra, haciendo pases de rotavator siempre que la flora arvense sea abundante, hasta que se realice la siembra de la zanahoria. Estos pases de rotavator son equivalentes a un tratamiento con nematicidas químicos y, si se ha seguido esta práctica cuando la siembra se hace a mediados de julio, la situación sólo permitiría que se produjeran una o dos generaciones del nematodo, algo que no ocasionaría problemas en el cultivo.

Experimento de biofumigación

A finales de febrero del año 2002 se observó la presencia del nematodo en una parcela de chirivías que se estaban recolectando, con síntomas graves de «porrina», causados por el nematodo

M. incognita. Preocupados por la gravedad del problema, se delimitó la zona más afectada que coincidía con los suelos que presentaban una textura más arenosa y con mayor incidencia de juncia (*Cyperus rotundus*). En esta parcela se había aplicado en marzo de 2001 un tratamiento con Dorlone (Dicloropropeno 107%), a la dosis de 200 L ha^{-1}.

A principios de marzo de 2002 se hace un tratamiento de biofumigación en una área de 8.100 m^2 a la cual se le aplicó unas 34 t de restos de puerro, que se generaron con la limpieza de esta hortaliza, principalmente compuestos de hojas verdes, raíces y las primeras capas exteriores del puerro, siendo la dosis de materia vegetal fresca de 42 t ha^{-1}. Se incorporó de inmediato la materia fresca con un pase de fresadora el 18 de marzo de 2002, y a continuación se regó por aspersión continuamente para que el suelo quedara sellado y saturado de agua. Como tratamiento de abonado de fondo se incorporó en el mes de febrero una dosis aproximada de 60.000 Kg de estiércol de oveja ya descompuesto. El 10 de abril de 2002 se realizó la plantación de puerros en la parcela. Unos tres meses y medio después de la plantación (el 22 julio), se tomaron diez plantas por tratamiento aplicándose los índices de Bridge y Page (1985) a cada una de las plantas, presentando en el testigo un índice medio de nodulación por el nematodo de 7,6, mientras que en el biofumigado fue de 3,9. Las masas de huevos eran de color blanco y escasas, por lo que se recomendó iniciar la recolección de las zonas afectadas antes de un mes para que las plantas del cultivo actuaran como trampa.

CONCLUSIONES

- El conocimiento de la influencia de la temperatura del suelo sobre el número de ciclos que pueden producirse en *M. incognita* en Villena nos ha permitido establecer que desde finales de noviembre a primeros de abril el nematodo no se reproduce. Desde abril hasta el quince de mayo se puede producir una sola generación, desde esta fecha hasta la mitad de septiembre cuatro, y desde mitad de septiembre hasta mediados de noviembre otra generación. En resumen, se considera que en Villena se pueden producir hasta seis generaciones de *M. incognita* por año. No se encuentran termotipos diferentes a las poblaciones estudiadas en el resto del país.
- Las poblaciones de *M. incognita* estudiadas pertenecen a las razas 1 y 4 según el test de hospedadores de Hartman y Sasser (1985). Por el contrario, se ha observado que la raza 1 parasita a las variedades de tomate resistentes portadoras del gen *Mi*, mientras que la raza 4 no es capaz de infestar a estos cultivares de tomate, aunque parasita a los cultivares de pimiento resistentes Carolina Wonder y Charleston Belle.
- La presencia de higueras cercanas a un cultivo nos aporta información sobre los cambios de la temperatura y nos puede permitir conocer, con el inicio de su brotación, en qué fecha se inicia la actividad de las poblaciones de *M. incognita*, aunque hay que tener presente que las higueras pueden ser un foco de infestación por estar la mayoría de ellas parasitadas por este nematodo.
- El uso de un índice de nodulación como referencia nos permite conocer el grado de infestación por *M. incognita* de un suelo y de este modo tomar las medidas oportunas de control, siempre que el índice sea superior a 4.
- Las especies de la flora arvense dentro de los cultivos hortícolas pueden actuar como reservorio de poblaciones de *M. incognita* cuando el suelo se encuentra en barbecho, por lo

que es de sumo interés evitar su presencia, aunque también pueden actuar como plantas trampa y ser indicadoras de la presencia de *M. incognita.*

– En el manejo de *M. incognita* se ha encontrado que la biofumigación con restos de cosecha puede actuar como control, aunque se debe procurar que forme parte de un sistema de producción integrada, armonizando estas alternativas con el empleo de variedades tolerantes a patógenos, técnicas culturales, rotación con plantas resistentes, barbecho y la fecha de plantación, teniendo siempre como referencia las características ecológicas del nematodo.

BIBLIOGRAFÍA

ALCARAZ, F.; BOTIAS, M.; GARCÍA RUIZ, R.; RÍOS RÍUS, S.; RIVERA NÚÑEZ, D.; ROBLEDO MIRAS, A. (1998). *Flora Básica de la Región de Murcia*. Ed. S.C.E. «Severo Ochoa», Murcia, 252 pp.

ARYA, M.; TIAGI, B. (1982). Reaction of some carrot cultivars to root-knot nematode *Meloidogyne incognita. Indian Journal of Nematology, 12,* 397.

BELLO, A.; REY, J.M.; ARIAS, M.; GONZÁLEZ, J.A. (1996). Valores agroambientales de los viñedos de La Mancha y protección de cultivos. En: A. Salinas, F.J. Montero, E. Rodríguez de la Rubia (Eds.), *La Vid y el Vino en Castilla-La Mancha*. Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, 61-81.

BRIDG, J.; PAGE, S.L.J. (1980). Estimation of root-knot nematodes infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management, 26*, 296-298.

GOODEY, J.B.; FRANKLIN, M.T.; HOOPER, D.J. (1965). *The Nematode Parasites of Plants Catalogued under their Hosts.* Commomwealth Agricultural Bureaux, Farnham, Bucks, England, 214 pp.

HARTMAN, K.M.; SASSER, J.N. (1985). Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential host test and perineal-pattem morphology. En: K.R. Barker, C.C. Carter, J.N. Sasser (Eds.), *An Advanced Treatise on Meloidogyne, Vol. II Methodology*. North Carolina State University Graphics, Raleigh, 69-77.

HUANG, S.P.; PORTO, M.V.F. (1988). Efeito do alqueive na populaçao dos nematóides das galhas na produçao de cenoura. *Fitopatología Brasileira, 13*, 377-381.

ORTON-WILLIAMS, K.J.O. (1973). *Meloidogyne incognita. C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes,* Set 2, 18, 4 pp.

PERLAZA, F.; LÓPEZ, R.; VARGAS, E. (1979). Chemical control of *Meloidogyne* spp. and *Alternaria* sp. in carrots. *Turrialba, 29,* 263-267.

PLOEG, A.T.; MARAIS, P.C. (1999). Effects of temperature on the duration of the life cycle of a *Meloidogyne incognita* population. *Nematology, 1*, 389-393.

ROBERTS, P.A. (1987). The influence of planting date of carrot on *Meloidogyne incognita* reproduction and injury to roots. *Nematologica, 33*, 335-342.

SINGH, N.D. (1982). Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) investigation on carrot in St. Vincent, W.I. *Proceedings of the 3d Research and Planning Conference on root-knot nematodes, Meloidogyne spp.,* 11-15.

TRUDGILL, D.L. (1995). An assessment of the relevance of thermal time relationships to nematology. *Fundamental and Applied Nematology, 18*, 407-417.

Alternativas no químicas y control de nematodos en cultivos de Castilla y León

M.A. DÍEZ-ROJO[1], A. BELLO[1], A. GARCÍA-ÁLVAREZ[1], M. ESCUER[1], J. SINOBAS[2]

[1] Dpto. Agroecología, CCMA, CSIC. Madrid, correo-e: antonio.bello@ccma.csic.es.
[2] Dpto. Producción Vegetal. E.U.I.T. Agrícola. U.P.Madrid. correo-e: j.sinobas@agricolas.upm.es.

RESUMEN

Según su importancia se definen los problemas fitonematológicos en Castilla y León del modo siguiente: 1. nematodos formadores de quistes, principalmente *Heterodera schachtii* en remolacha, *H. avenae* en cereales y *Globodera pallida* y *G. rostochiensis* en patata; 2. transmisores de virus, *Xiphinema index* en vid y *X. diversicaudatum* en frutales; 3. formadores de nódulos, *Meloidogyne incognita* en patata y remolacha; 4. nematodos de las partes aéreas, *Anguina graminis* y *A. tritici* en gramíneas, así como *Ditylenchus dipsaci* en ajo; 5. endoparásitos, *Pratylenchoides* spp., *Pratylenchus* spp. y *Zygotylenchus guevarai* en cereales y 6. ectoparásitos, principalmente *Macroposthonia xenoplax* en vid y frutales. Se seleccionan entre las alternativas no químicas para el control de nematodos las medidas sanitarias, prácticas culturales como la época de siembra, labores, rotación, barbecho y nomadeo de cultivos, manejo del agua, fertilización y nutrición vegetal, enmiendas orgánicas y compost, biofumigación, cultivos de crecimiento rápido, plantas trampa y antagonistas, uso de variedades resistentes e injertos y agentes de control biológico. Se plantea como trabajo para el futuro el conocimiento del comportamiento ecológico de los nematodos, con el fin de poder diseñar sistemas de producción ecológica, que regulen el desarrollo de las poblaciones de las especies de nematodos fitoparásitos encontradas.

Palabras clave: Globodera, Heterodera, Meloidogyne, Xiphinema, agroecología.

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del trabajo es determinar la viabilidad de las alternativas no químicas en el control de los nematodos fitoparásitos en los cultivos de Castilla y León, ante la demanda cada vez mayor de los consumidores por alimentos libres de residuos y por unas prácticas agrarias que sean menos agresivas sobre el medioambiente. Además se persigue alcanzar una mayor eficacia en el control de los nematodos patógenos en nuestros cultivos, que permita a los agricultores incrementar la rentabilidad económica de sus producciones.

Los nematodos parásitos de plantas están entre los organismos patógenos que mayor repercusión tienen en el rendimiento de los cultivos, no sólo por su acción directa, sino también por

la interacción que establecen con otros agentes patógenos. Su incidencia en los principales cultivos de Castilla y León se ha puesto de manifiesto explícitamente en los trabajos de Lara (1985), Martínez Beringola y col. (1987), López Robles (1995) y García Benavides y col. (1994). En algunos casos la situación es tan grave que Villarías y Redondo (1985) llegan a considerar, en relación con el nematodo de la remolacha *Heterodera schachtii*, que «el panorama es desolador».

Desde el punto de vista práctico pretendemos que este trabajo sea sobre todo una ayuda para los técnicos y agricultores de Castilla y León, que se conozcan los problemas existentes en los principales cultivos, y que se tome conciencia de que los nematodos pueden causar problemas serios.

Otro de los objetivos de trabajo es la selección de alternativas no químicas para el control de nematodos fitopatógenos, con el fin de reducir el impacto medioambiental de los agroquímicos y obtener productos de calidad, mediante el desarrollo de sistemas de cultivo que tengan en cuenta la realidad agraria de Castilla y León.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la extracción de nematodos hemos elegido la centrifugación según la técnica de Nombela y Bello (1983), por ser el método más adecuado para el estudio del efecto de los biofumigantes sobre los nematodos del suelo, aunque para el estudio de los grandes doriláimidos se utilizó el método de Baermann (1917) y para los formadores de quistes el método de Fenwick (1940). Para comprobar la actividad biofumigante, una vez confirmada la presencia de nematodos, se coloca en una bolsa de plástico de polietileno 500 g de suelo infestado, realizando cuatro repeticiones por tratamiento, además de cuatro muestras testigo. Seguidamente, se añade a cada bolsa 5, 10 o 20 g del biofumigante, se mezcla uniformemente, y se le añade agua hasta capacidad de campo. A continuación se colocan las bolsas cerradas en una cámara a temperatura de 25 ºC y humedad controlada, donde permanecen aproximadamente 20 días, al cabo de los cuales se realiza la extracción de los nematodos. Luego se cultiva tomate cv Marmande sensible a *Meloidogyne* en una maceta con 300 g de suelo biofumigado, durante un mes, para confirmar los resultados, con el resto del suelo se determina el efecto de los biofumigantes sobre las propiedades químicas del suelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se comienza por la caracterización de los problemas fitonematológicos en Castilla y León, y después se seleccionan aquellas alternativas no químicas que pueden ser viables en el control de nematodos, teniendo en cuenta las características agroecológicas más relevantes de Castilla y León.

Características de los problemas fitonematológicos. Se señalan el número de citas, cultivos y provincias donde se han encontrado, analizando a continuación la estructura geográfica definida por la distribución de las especies parásitas de plantas en Castilla y León. Los nematodos fitopatógenos encontrados se pueden agrupar por orden de importancia del modo siguiente: **1. Formadores de quistes:** 1. *Heterodera schachtii* (235 citas) en remolacha de Ávila, Burgos, León,

Salamanca, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora; 2. *H. avenae* (52 citas) en cereales de Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Valladolid y Zamora; 3. *Globodera pallida* (3 citas) en patata de León, Palencia (Patotipo Pa2/Pa3) y Zamora; 4. *G. rostochiensis* (Patotipo Ro1) (4 citas) en patata de Ávila, Burgos, León y Salamanca y *G. rostochiensis sensu lato* (9 citas) en patata de Ávila, Burgos, León, Palencia, Segovia y Valladolid; 5. *H. humili* (14 citas) en lúpulo en León; 6. *Heterodera* spp. (6 citas) en leguminosas de Salamanca; **2. Transmisores de virus:** 1. *Longidorus attenuatus* (5 citas) en manzano, melocotonero y vid de Ávila, Salamanca, Segovia y Valladolid; 2. *L. macrosoma* (2 citas) en higuera y vid de León y Salamanca; 3. *Xiphinema index* (25 citas) en vid de Ávila, Burgos, León, Salamanca, Soria, Valladolid y Zamora; 4. *X. diversicaudatum* (26 citas) en frutales, en Ávila, Burgos, Salamanca, Segovia y Zamora; 5. *X. italiae* (5 citas) en Ávila, Salamanca y Segovia; 6. *Paratrichodorus minor* (2 citas) en Salamanca; 7. *Trichodorus primitivus* (3 citas) en Ávila y Segovia; **3. Formadores de nódulos:** 1. *Meloidogyne incognita* (2 citas) en remolacha y patata en Salamanca; **4. Nematodos de las partes aéreas:** *Anguina graminis* (1 cita) en gramíneas de Segovia; *A. tritici* (1 cita) en cebada de Soria; *Ditylenchus dipsaci* (3 citas) en ajo, Salamanca, Segovia y Soria; **5. Endoparásitos:** 1. *Pratylenchoides* spp. (4 citas) en tomate y frutales en Ávila, Burgos, Segovia y Zamora; 2. *Pratylenchus hexincisus* (5 citas) en cereales de Burgos, Palencia y Valladolid; 3. *P. penetrans* (2 citas) en cebada de Burgos y Valladolid; 4. *P. pratensis* (2 citas) en trigo de Salamanca; 5. *P. thornei* (3 citas) en cereales de Burgos, Soria y Valladolid; 6. *P. zeae* (2 citas) en cereales de Ávila y Zamora; 7. *Pratylenchus* cf. *vulnus* (2 citas) en remolacha y leguminosas en Ávila; 8. *Pratylenchus* spp. (25 citas) en fresa, frutales, vid, cereales, leguminosas en Ávila, Salamanca, Segovia, Soria y Valladolid; 9. *Zygotylenchus guevarai* (1 cita) en avena de Zamora; **6. Nematodos ectoparásitos:** 1. *Longidorus belloi* (3 citas) en Ávila, Salamanca y Segovia; 2. *L. caespiticola* (2 citas) en manzano y melocotonero de Burgos; 3. *Macroposthonia sphaerocephalus* (9 citas) en naranjos y frutales en Ávila y 4. *M. xenoplax* (73 citas) fresa, cítricos, frutales, vid, remolacha, patata, cereal, leguminosas y olivo en Ávila, Burgos, Palencia, Salamanca y Valladolid.

El análisis de la distribución geográfica de las especies fitoparásitas encontradas en Castilla y León, tomando como referencia el trabajo de Bello y col. (1986), se realiza a partir de un análisis clúster para clasificar por los nematodos parásitos encontrados en un ámbito provincial (Fig. 1). El análisis permite diferenciar un grupo de especies características de ambientes cálidos, distribuidas principalmente por el sur de la Península, que en nuestro caso aparecen mayoritariamente en el Valle de Tiétar (Ávila). Por otro lado aparece un agrupamiento entre las provincias de Palencia, Zamora, Segovia y Soria al que se va uniendo a una distancia algo mayor las provincias de León y Burgos, que corresponde mayoritariamente a la presencia de especies características de la región eurosiberiana. Por último los nematodos formadores de quistes (*Globodera* y *Heterodera*), que agrupan las provincias de Salamanca y Valladolid, están definidos por el predominio del monocultivo de cereales, patata y remolacha. Todo ello indica que Castilla y León es una región fronteriza entre las regiones Eurosiberiana y Mediterránea.

El análisis factorial para la ordenación por provincias, de las especies de nematodos parásitos de plantas encontrados (Fig. 2), vuelve a poner de manifiesto lo que se ha comentado anteriormente. Cultivos como los cereales, el lúpulo o la remolacha, definen la distribución de los nematodos específicos de dichos cultivos como *H. avenae* y *H. schachtii*, principalmente en la provincia de Salamanca y Valladolid, así como *H. humuli* que sólo aparece asociado a lúpulo en León, señalando la influencia de las prácticas agronómicas, principalmente los cultivos de cereales y remolacha, mientras que los nematodos de ambientes naturales están mayoritariamente repre-

sentados en las provincias de Ávila, Burgos y Soria, por ser estos nematodos más sensibles a las alteraciones producidas por las prácticas agrícolas.

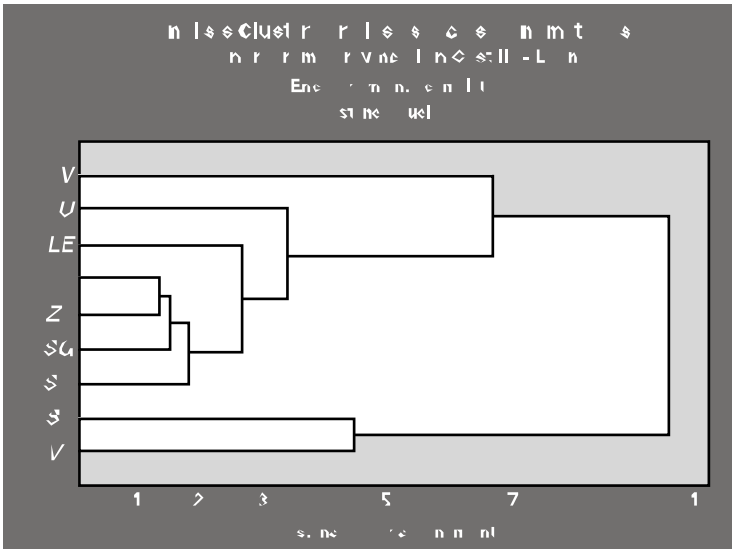


Figura 1. *Análisis clúster para clasificar por provincias los nematodos parásitos de plantas encontrados en Castilla y León*

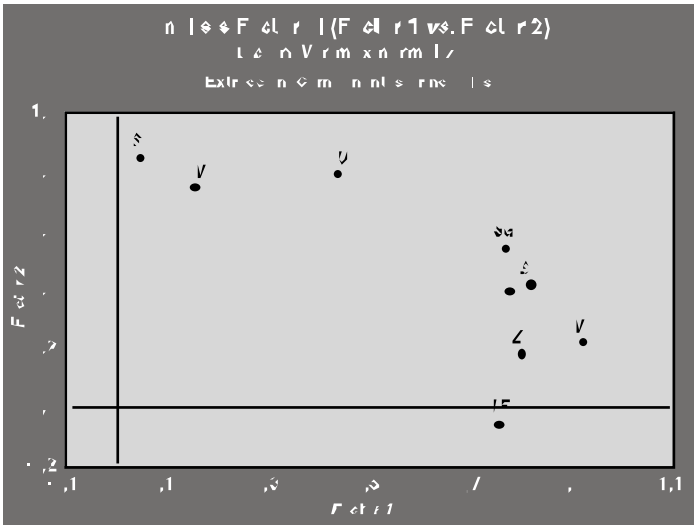


Figura 2. *Análisis factorial para la ordenación por provincias de las especies de nematodos parásitos de plantas encontrados en Castilla y León*

Alternativas no químicas viables. Se han tomado como referencia las alternativas al bromuro de metilo como fumigante de suelos, que han sido propuestas por el **Methyl Bromide Technical Options Committee** perteneciente al protocolo de Montreal (MBTOC, 1998), seleccionando para Castilla y León las alternativas cuya viabilidad se analiza a continuación aportando los resultados de nuestra experimentación y, en el caso de los sistemas cerealistas, analizando la situación de algunos experimentos de larga duración en la finca experimental La Higueruela del CSIC (Santa Olalla, Toledo).

Medidas sanitarias. La primera medida sanitaria es la valoración del estado fitonematológico del cultivo anterior, teniendo en cuenta especialmente síntomas de clorosis en rodales irregulares que con frecuencia indican la presencia de nematodos patógenos. Se debe también señalar la transmisión de nematodos por semillas y bulbos, puesto que en nuestro país es frecuente que la cebolla, alfalfa y trébol se encuentren infestadas por *Ditylenchus dipsaci*. Cuando se trate de tubérculo de patata para siembra los servicios de inspección deben procurar que no haya presencia de *Globodera pallida* y *G. rostochiensis*, así como de nematodos formadores de nódulos especialmente *Meloidogyne chitwoodi*. Pero sobre todo hay que evitar la propagación de los siguientes nematodos de cuarentena: *Aphelenchoides besseyi, Ditylenchus destructor, D. dipsaci*, Globodera pallida*, G. rostochiensis*, Heterodera glycines, Hirschmanniella* spp., *H. gracilis*, Longidorus diadecturus, Meloidogyne chitwoodi, M. fallax, Nacobbus aberrans, Radopholus similis, Xiphinema americanum s. l.,* y *X.californicum* (* Especies citadas en España). En el caso de las hortalizas y ornamentales es sumamente peligroso la introducción de plantas procedentes de semilleros o viveros que estén infestados por nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*. Por último, en el control sanitario de los virus transmitidos por *X. index* en vid se debe procurar utilizar plantas certificadas, puesto que el nematodo no es patógeno para la planta y su interés se centra en ser vector de virus.

Prácticas culturales. Las prácticas culturales constituyen una de las alternativas no químicas que pueden ser más eficaces desde el punto de vista económico y causar el menor impacto ambiental, pero para poder aplicarlas es necesario un conocimiento profundo del ciclo biológico de los patógenos y sobre todo su comportamiento ecológico.

Época de siembra. Se conoce bien el ciclo biológico de *H. schachtii* en Castilla y León, en el que la emergencia de los juveniles se produce en los meses de abril o mayo, por lo que se ha señalado la posibilidad de adelantar la época de siembra, aunque siempre existe el riesgo de heladas primaverales. Esta técnica se puede aplicar también cuando hay riesgo de nematodos formadores de nódulos, especialmente *M. incognita* u otras especies de ambientes cálidos.

Labores. Esta técnica es eficaz especialmente en los barbechos para eliminar las plantas arvense, que si se aplica antes de que las hembras estén maduras, pueden actuar como plantas trampa. Esto sucede en el caso de las quenopodiáceas en el cultivo de remolacha para *H. schachtii*, gramíneas para *H. avenae* y *Pratylenchus*, las solanáceas como *Solanum nigrum* para *Globodera*. Las labores al secar el suelo reducen las poblaciones de nematodos, aunque hay que tener en cuenta que en los ambientes mediterráneos éstos pueden migrar a los horizontes más profundos. Por ello, no hay que olvidar que las labores con volteo posteriores pueden devolverlos a la superficie.

Manejo del agua. En los lugares donde el agua es abundante, la inundación ha sido considerada como una práctica que puede ser utilizada en el control de nematodos y de otros patógenos vegetales, aunque debemos señalar que esta alternativa puede dar lugar a largos períodos

en que predominan fenómenos de anaerobiosis. Como experimento de laboratorio hemos estudiado el efecto de los purines de cerdo sobre *X. index* a diferentes tratamientos, aplicándose a dosis diluidas de 20, 10, 5, 2 y 1% con agua destilada. Todos los tratamientos, después de 15 horas, hacen que los nematodos pierdan movilidad, aunque cuando se dejan unas cinco horas las dilucciones destapadas, la mayoría de los nematodos recuperan la movilidad con la excepción de los tratados con la dilución del 20% que fue letal a los 15 minutos. También se estudió el efecto de los purines sobre juveniles (J_2) de *M. incognita* a las concentraciones de 20, 10 y 5%, encontrando que todas las concentraciones resultaron eficaces al 100% en el control del nematodo.

Fertilización y nutrición vegetal. La resistencia de las plantas a los patógenos cuando se realiza una fertilización de la planta correcta son bien conocidos en agricultura. Se ha centrado el estudio en un experimento de larga duración sobre fertilización química y orgánica; dentro de una rotación cebada/veza/trigo/barbecho. El experimento consta de 24 parcelas, distribuidas en dos unidades de 12 parcelas con distintas rotaciones. En la unidad uno los cultivos de las distintas parcelas desde 1996 fueron: cebada, leguminosa, trigo, barbecho y cebada; en la unidad dos ha habido consecutivamente barbecho, cebada, leguminosa, trigo, barbecho y en la actualidad se encuentra de veza. En cuatro de los bloques de parcelas de cada unidad se ha venido aplicando fertilización química, en otros cuatro fertilización orgánica y cuatro parcelas testigo quedaron sin fertilizar, por lo que a cada tratamiento le corresponden cuatro repeticiones. La fertilización química consistió en el empleo de 400 kg ha^{-1} de un fertilizante inorgánico (100 N, 60 P_2O_5, 50 K_2O); la fertilización orgánica consistió en la aplicación de 2.500 kg ha^{-1} de compost orgánico. En este experimento se tomaron 120 muestras, cuatro por cada parcela con cuatro tomas, en un muestreo realizado el 30-4-02. Las muestras fueron extraídas por centrifugación y no aparecieron nematodos patógenos, aunque en dos muestras encontramos quistes de *H. avenae* vacíos, que indican la presencia anterior de este patógeno en el área de estudio, con ello se confirman los resultados del trabajo anterior de Bello y col. (1994). Se realizó un análisis de la varianza y no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos en relación a los nematodos encontrados, aunque en el tratamiento con veza se observa una mayor abundancia de rabdítidos, que tienen una función importante en la descomposición de la materia orgánica, mientras que en los tratamientos con fertilización química el número de doriláimidos y enquitréidos es menor (Tabla I).

Tabla I. Análisis de la varianza para los grupos de nematodos en el experimento de fertilización y rotación

Nematodos	*Testigo (sin fertilizar)*		*Enmienda orgánica*		*Fertilización química*	
	Cebada	Veza	Cebada	Veza	Cebada	Veza
Tylenchorhynchus s. l	16,00 a(*)	24,00 a	10,50 a	21,50 a	18,00 a	23,50 a
Tylenchus s. l.	11,50 a	12,00 a	7,50 a	15,50 a	11,00 a	17,00 a
Rabdítidos	189,00 a	294,50 a	195,50 a	278,00 a	212,50 a	295,00 a
Doriláimidos	25,50 a	33,00 a	28,50 a	26,50 a	18,00 a	29,50 a
Enquitréidos	2,50 a	2,00 a	1,00 a	3,50 a	0,00 a	2,50 a

(*) Prueba de la comparación de medias (LSD). La misma letra o letras en la misma columna no manifiestan diferencias estadísticamente significativas (α = 0,05). Las cifras corresponden a la media.

Enmiendas orgánicas y compost. La importancia de la ganadería en Castilla y León da lugar a una gran producción de estiércol (14.533.510 tm), de diversos orígenes que permiten hacer todo tipo de combinaciones, siendo de gran valor para incrementar los agentes de control biológico, así como para mejorar las características físicas y químicas del suelo pudiéndose utilizar también como biofumigantes. Se estudió la presencia del nematodo de los cereales (*H.* avenae) en un experimento que se viene realizando desde 1973 para el empleo de fuentes naturales de materia orgánica, con el fin de elevar su nivel en el suelo y encontrar un medio para reducir la aplicación de nitrógeno mineral (LÓPEZ-FANDO y BELLO, 1987), en una rotación trigo/cebada/girasol con cinco niveles de nitrógeno mineral y fertilización orgánica con paja de cebada a razón de 5.000 kg ha^{-1} más 50 kg ha^{-1} de nitrógeno para equilibrar la relación C/N. El experimento consiste en tres bloques con cinco tratamientos y tres repeticiones. En este experimento se tomaron muestras el 13-5-02 en los testigos sin paja y en los tratamientos con paja a la dosis más altas de nitrógeno con tres tomas por parcela. Se extrajeron 200 g de suelo por el método de Fenwick (1940), encontrando que no aparecieron quistes de *H. avenae* en ninguna de las seis muestras pertenecientes a los tratamientos con paja y la dosis máxima de fertilización nitrogenada, mientras que en las seis muestras del testigo en cuatro aparecieron quistes de *H. avenae* (66,7%) con un rango de 2 a 18 quistes y una media de 6 quistes. Estos resultados nos dan información sobre el efecto supresor que puede tener las enmiendas orgánicas en el control de los nematodos de los cereales.

Rotación de cultivos, barbecho y nomadeo de cultivos. Estas altemativas son especialmente válidas para el control de los nematodos formadores de quistes como *Heterodera* y *Glo - bodera* que son nematodos específicos (COOKE, 1993). Las prácticas de rotación y barbecho pueden también aplicarse, en el caso de Castilla y León debido a las bajas temperaturas que alcanza el suelo durante las estaciones de otoño, invierno y comienzo de primavera para controlar los nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne,* especialmente las especies de ambientes cálidos como *M. incognita* y *M. javanica,* que permanecen inmóviles en el suelo a temperaturas inferiores a los 15 ºC y tardan más de dos meses en completar su ciclo entre los 15 y 25 ºC. En este apartado debemos tener en cuenta los estudios realizados en los experimentos de larga duración de La Higueruela (Santa Olalla, Toledo), que son representativos de los ambientes cerealistas de la meseta con un clima mediterráneo continental y han sido analizados al estudiar el efecto de la fertilización y enmiendas orgánicas.

Biofumigación. La biofumigación es una alternativa no química para el control de organismos de origen edáfico patógenos de los vegetales, que se fundamenta en el efecto biocida de los gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica. En España existen buenos ejemplos para el control de hongos, nematodos y flora arvense, pero sólo se han aplicado en hortalizas y sobre todo para el control de nematodos del género *Meloidogyne* (BELLO y col., 2001). Esta técnica podría tener grandes posibilidades en Castilla y León, debido a la gran carga ganadera existente en esta región. Hemos elegido como biofumigantes estiércol de oveja, la gallinaza que puede actuar como activador y abonos verdes como hojas de rábano (*Raphanus sativus*). Entre los nematodos nos hemos centrado fundamentalmente en el control *X. index,* que transmite el virus del «fanleaf» en la viña, puesto que sobre estos nematodos no se había estudiado el efecto de la biofumigación, para ello se eligió un suelo de vid franco-arenoso donde existían graves problemas de *X. index.*

La biofumigación, tanto con estiércol de oveja como con hojas de rábano, resulta eficaz en el control de *X. index,* cuando se compara con los testigos, siendo las diferencias estadísticamente

significativas. Se debe indicar que en el caso de *X. index* los diferentes tratamientos presentan al menos una muestra con dos nematodos vivos, lo que nos indica la necesidad de realizar una mejor distribución del biofumigante, incrementar la temperatura o prolongar el período de biofumigación para lograr un control más eficaz. El número de individuos vivos fue mayor por el método de Baermann, presentando en algunos tratamientos hasta una media de cuatro individuos vivos. Se observa que el método de Baermann fue más eficaz para la extracción de los nematodos del género *Xiphinema*.

En relación con los nematodos saprófagos del grupo de los rabdítidos el número de individuos es mayor en los tratamientos con estiércol de oveja, disminuyendo por lo general con las dosis y con los abonos verdes de rábano. Los doriláimidos disminuyen en la mayoría de los tratamientos, debido a que son sensibles al incremento de sustancias químicas en los suelos, por otro lado se observa con la biofumigación un incremento de enquitréidos que son frecuentes en los procesos de descomposición de la materia orgánica. Estas diferencias por lo general resultaron estadísticamente significativas (Tabla II).

Tabla II. Análisis de la varianza para los grupos de nematodos en el experimento de biofumigación (Indiv. 100 cc suelo)(*)

Tratamiento	*X. index*		Doriláimidos		Rabdítidos	Enquitréidos
	Centrífuga	Baermann	Centrífuga	Baermann	Centrífuga	Centrífuga
Testigo	18,00 a	27,50 a	6,00 a,b,c	5,50 a,b,c	24,00 e	0,00 b
20 g estiércol de oveja	0,50 b	3.50 b	1,50 d,e	2,50 c	2563,50 a	1,00 a,b
10 g estiércol de oveja	0,50 b	4.50 b	1,50 d,e	4,50 a,b,c	1231,00 b,c	4,00 a,b
5 g estiércol de oveja	0,00 b	3.00 b	0,50 d,e	5,50 a,b,c	487,00 e,f	0,00 b
3,75 g estiércol de oveja + 1,25 g gallinaza	0,50 b	2.50 b	5,00 a,b,c,d	5,50 a,b,c	530,00 e,f	2,00 a,b
20 g abono verde rábano	0,50 b	0.00 b	2,50 c,d,e	2,50 f	199,00 e,f	1,00 a,b
10 g abono verde rábano	0,00 b	1.00 b	1,00 d,e	3,50 b,c	282,50 e,f	0,50 a,b
5 g abono verde rábano	0,00 b	0.50 b	4,00 b,c,d,e	2,50 c	285,50 e,f	6,00 a
3,75 g abono verde rábano + 1, 25 g gallinaza	1,00 b	0.50 b	3,50 b,c,d,e	10,00a	215,25 e,f	3,50 a,b

(*) Prueba de la comparación de medias (LSD). La misma letra o letras en la misma columna no manifiestan diferencias estadísticamente significativas (α= 0,05).

Cultivos de crecimiento rápido, plantas trampa y plantas antagonistas. Los trabajos experimentales se han centrado en demostrar el efecto de los exudados radiculares de las plantas de tomate y otras solanáceas de la flora arvense, sobre la eclosión de *Globodera pallida*, con el fin de poder utilizar este fenómeno en el control del nematodo, puesto que los juveniles mueren si no encuentran una planta huésped. Se determinó en una suspensión acuosa el período de vida de los juveniles sin alimentación, para ello se aislaron de un quiste de *G. pallida* 27 juveniles (J_2) encontrando que a los 20 días estaban todos muertos. Para el estudio del efecto de las solanáceas en la eclosión ha resultado positiva la acción de los exudados del tomate. Para confirmar esta acción se plantaron dos plantas de tomate con dos hojas verdaderas en una maceta de 500 g de suelo y se introdujeron en la maceta tres bolsas de muselina que contenían cada

una 10 quistes de *G. pallida*, observándose a los dos meses la formación de quistes, lo que nos indica el momento en el cual se deben eliminar los tomates para que no se incrementen las poblaciones del nematodo. Se extrajeron un año después las bolsas que contenían los quistes y se encontró que sólo en cuatro había juveniles o huevos embrionados en un número muy bajo. De ello se puede concluir que con la utilización de plantas que provocan la eclosión, en un período de un año se pueden reducir las poblaciones a niveles que no produzcan efectos negativos sobre el cultivo.

Uso de variedades resistentes e injertos. La utilización de variedades resistentes se viene aplicando de modo comercial en Castilla y León para el control de *G. rostochiensis* en patatas, aunque Martínez-Beringola y col. (1987) indican la existencia de *G. pallida* en todas las zonas españolas infestadas. Hemos confirmado en muestras de patata recogidas en la provincia de Palencia la presencia de poblaciones altas de *G. pallida*. Las muestras se tomaron en parcelas con una rotación trigo/patata del mismo agricultor, de la variedad Baraka (cv resistente a *G. rostochiensis*), hecho que nos permite confirmar que se está produciendo la selección de *G. pallida* por el uso generalizado de variedades resistentes a *G. rostochiensis*. Por otro lado, en cultivos hortícolas existen tomates con el gen *Mi* y pimientos con el gen *N* que son resistentes a varias especies de *Meloidogyne*. También existen variedades resistentes en claveles para controlar *Meloidogyne*, así como en remolacha para controlar *Heterodera schachtii* (CAILLEZ, 1996). Se puede utilizar el injerto sobre pies resistentes en tomate y pimiento para el control de nematodos, que también se suele utilizar en frutales.

Agentes de control biológico y resistencia inducida. Es de interés el manejo del suelo con el fin de incrementar las bacterias, hongos y otros organismos que actúan como antagonistas de los nematodos patógenos, pudiendo también producir fenómenos de resistencia inducida (LIU y col., 1995). Existen ejemplos de organismos que pueden utilizarse como agentes de control biológico de *H. schachtii* en el cultivo de la remolacha. Debemos señalar que, por lo general, los agentes de control biológico son altamente específicos, tanto de las poblaciones de patógenos como de las condiciones ambientales, por lo cual debe estimularse su desarrollo de manera natural, en lugar de introducir organismos que procedan de otros ambientes. Por otra parte debemos destacar el gran interés de la utilización de alternativas no químicas para el control de nematodos, puesto que ello nos permite el incremento de las poblaciones de nematodos entomopatógenos, que son claves en el control de insectos que desarrollan parte de su ciclo biológico en el suelo. Se han encontrado quistes de *Globodera* y *Heterodera* parasitados por hongos, confirmando los trabajos de López Robles (1988) que ha encontrado varias especies de hongos parasitando quistes de *H. schachtii* en Salamanca.

CONCLUSIONES

En Castilla y León se considera que por orden de su importancia los problemas planteados por nematodos fitoparásitos son: 1. formadores de quistes: *Heterodera schachtii* en remolacha, *Globodera pallida* (Patotipo Pa2/Pa3) en patata, *G. rostochiensis* (Patotipo Ro1) en patata, *H. avenae* en cereales y *H. humili* en lúpulo; 2. transmisores de virus: *Xiphinema index* en vid, *X. diversicaudatum* y *X. italiae* en frutales; 3. formadores de nódulos: *Meloidogyne incognita* en remolacha y patata; 4. nematodos de los tallos y partes aéreas: *Anguina graminis* en gramíneas;

A. tritici en cebada y *Ditylenchus dipsaci* en ajo; 5. endoparásitos: *Pratylenchus hexincisus*, *P. penetrans*; *P. pratensis*, *P. thornei*; *P. zeae* y *Zygotylenchus guevarai* en cereales y 6. ectoparásitos: *Macroposthonia xenoplax* que puede causar problemas en frutales de hueso y vid. Según las características ecológicas de los nematodos encontrados, podemos considerar que Castilla y León es un área de transición entre los ambientes templados y mediterráneos.

Desde el punto de vista sanitario se debe impedir el transporte de los nematodos patógenos a través de personas, animales o aperos, procurando sobre todo no realizar movimientos de tierra contaminada. Es fundamental el uso de semillas y plantas libres de patógenos, como en el caso de cereales, leguminosas y bulbos que pueden estar infestados por *Anguina*, *Aphelenchoides* y *Ditylenchus*. En los tubérculos de patata no deben contener *Globodera pallida* y *G. rostochiensis*, ni nematodos formadores de nódulos, especialmente *Meloidogyne chitwoodi* por ser especies de cuarentena. En los cultivos bajo cubierta es peligroso la introducción de plantas infestadas por nematodos del género *Meloidogyne*. En el control sanitario de los transmisores de virus, especialmente *X. index* en vid, se debe procurar utilizar plantas libres de virus.

Entre las prácticas culturales utilizadas para el control de nematodos se debe señalar que la siembra temprana puede ser una forma de control eficaz de *H. schachtii* en la remolacha y puede evitar riesgos de nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne*. Las labores son de interés especialmente en los barbechos para eliminar la flora arvense, que a su vez puede actuar como plantas trampa. Hemos comprobado que los quistes de *H. schachtii* son muy sensibles a la desecación, por lo que las labores durante el verano pueden reducir las poblaciones de este nematodo. Se demuestra que el manejo del agua de riego abre nuevas posibilidades para la aplicación de los residuos ganaderos líquidos como purines para el control de nematodos, que resultaron eficaces incluso diluidos a dosis del 5% en el control de nematodos de los géneros *Longidorus* y *Xiphinema*, aunque habría que establecer las dosis y la técnica de tratamiento, así como conocer su efecto sobre la planta y el medio ambiente.

El manejo de la fertilización, la materia orgánica junto con sistemas de rotación y barbecho son alternativas eficaces en el control de nematodos específicos de los géneros *Heterodera* en cereales y en remolacha. Estas prácticas culturales podrían ser también una alternativa para el control de *G. pallida* y *G. rostochiensis* en el cultivo de patata. En el caso de que aparezcan problemas producidos por *M. incognita* y *M. javanica*, que son especies termófilas, las rotaciones con cultivos de invierno y barbecho pueden ser una altemativa. La biofumigación con estiércol de oveja y abonos verdes resultaron eficaces para el control de las poblaciones de nematodos fitoparásitos, incrementando los organismos saprófagos.

Los cultivos de crecimiento rápido, plantas trampa y plantas antagonistas dan buenos resultados en el control de *H. schachtii* y constituyen una alternativa prometedora para el control de *Globodera* en patata, pero es necesario elaborar una metodología para su aplicación en campo. Las variedades resistentes se vienen aplicando de modo comercial para el control de *G. rostochiensis* en patatas, aunque hemos confirmado que se está seleccionando *G. pallida*, especie para la que no exiten variedades comerciales de patata resistentes.

Agentes de control biológico, se han encontrado con frecuencia quistes de *Globodera* y *Heterodera* parasitados por hongos y en zonas que han estado fuertemente afectadas por el nematodo de los cereales (*H. avenae*) se ha observado que con las lluvias de los últimos años ha desaparecido el problema debido, muy posiblemente, al incremento de las poblaciones de *Verticillium chlamydosporium*, un hongo nematófago que ha sido encontrado en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

BAERMANN, G. (1917). Eine einfache Methode zur Auffindung von *Ancyclostomun* (Nematoden) Larven Erdproben. *Geneesk. Tijdschr. Ned. Ind.* 57, 131-137.

BELLO A., S.C. ARCOS, M. ALÍA, J. RODRÍGUEZ-SEÑAS, M.P. GOLVANO (1994). Nematodos edáficos y gestión ecológica de un sistema cerealista en Castilla-La Mancha. En: *Prácticas Ecológicas para una Agricultura de Cali - dad.* Actas del I Congreso de la SEAE, Toledo, 263-272.

BELLO A., J.A. LÓPEZ-PÉREZ, L. DÍAZ-VIRULICHE, J. TELLO (2001). Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. In: R. Labrada, L. Fornasari (Edts) *Global Report on Validate Alternatives to the use of Methyl Bromide for Soil Fumigation.* FAO & UNEP, Rome 33-46.

BELLO A., P.B. TOPHAM, T.J.W. ALPHEY, A. DALE (1986). Biogeographical classification of some plant-parasitic nematode species groups in Spain. *Nematol. medit.* 14, 55-72.

CAILLEZ, B. (1996). Against nematodes. Test resistant sugarbeet. *Cultivar, Hors Série* 412, 31-33.

COOKE, D.A. (1993). Nematodes parasites of sugarbeet. In: K. Evans, D.L. Trudgill, J.M. Webster (Edts) *Plant Para - sitic Nematodes in Temperature Agriculture*. CAB International, 133-170.

FENWICK, D.W. (1940). Methods for the recovery and counting of cysts of *Heterodera schachtii* from soil. *J. Helm.* 18, 155-172.

GARCÍA BENAVIDES P., J. LÓPEZ ROBLES, J. FRESNO, M. ARIAS (1994). Correlación entre *Xiphinema index* y el virus del entrenudo corto en los viñedos de Castilla y León (España Central). *Nematol. medit.* 22, 21-24.

LARA, M.P. (1985). Estudio de los problemas fitonematológicos en la Cuenca del Duero. *Actas II Congreso Nacional de Fitopatología*, Vitoria, Álava, 303-311.

LIU L., W. KLOEPPER, S. TUZUN (1995). Introduction of sistemic resistance in cucumber against *Fusarium* wilt by plant growth-promoting rhizobacteria. *Phytopathology* 85, 695-698.

LÓPEZ-FANDO C., A. BELLO (1987). *Finca Experimental La Higueruela.* Instituto de Edafología y Biología Vegetal de Madrid, CSIC, 54 pp.

LÓPEZ-ROBLES, J. (1988). Hongos parásitos de quistes y huevos de *Heterodera schachtii* (Nematoda: Heteroderidae) en el Valle del Duero. *Nematol. medit.* 23, 65-71.

LÓPEZ-ROBLES, J. (1995). Caracterización agroecológica de *Heterodera schachtii* en España. *Nematol. medit.* 23, 65-71.

MARTÍNEZ-BERINGOLA M.L., L. FRANCO, L.M. PAZ-VIVAS, M.P. GUTIÉRREZ (1987). Patotipos españoles de *Globodera rostochiensis* y *G. pallida. Nematol. medit.* 15, 193-203.

NOMBELA G., A. BELLO (1983). Modificaciones al método de extracción de nematodos fitoparásitos por centrifugación en azúcar. *Bol. San. Veg. Plagas* 9, 183-189.

MBTOC (1998). *Report of Methyl Bromide Technical Options Committee*. 1998 Assessment of Alternatives to Mmethyl Bromide, UNEP, Nairobi, Kenia, 304 pp.

VILLARÍAS, J.L.; J. REDONDO (1985). Puesta en marcha de la lucha contra los nematodos (*Heterodera schatii*) en Castilla y León por parte de ACOR. azucarera. *II Jornadas Internacionales de Estudios Remolacheros*. *Control de Nematodos.* ACOR, Valladolid, 138-170.

Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate

E. CALVO[1], A. JIMENEZ[2], J.L. PORCUNA[2], C. MARTIN[1], M.J. SANZ[1]

[1] Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Parque Tecnológico. C/ Charles Darwin, 14. 46980 Paterna, Valencia.
[2] Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Apartado 125. Silla, Valencia.

RESUMEN

Durante la primavera de 2000 se sembró tomate (*Lycopersicum esculentum.* Miller) cv. Valenciano, las plántulas se mantuvieron hasta su trasplante al campo dentro de cámaras de techo descubierto con tres ambientes o niveles de ozono distintos. Una vez en el campo, las plantas se sometieron a diferentes tratamientos: aplicación de Welgro, aplicación de Brotomax y aumento de la dosis de estiércol. El objeto del ensayo es estudiar la predisposición de las plantas crecidas en fase de semillero a diferentes concentraciones de ozono, así como el efecto de posteriores tratamientos, una vez en campo, sobre la agresividad del virus en plantas adultas de tomate. Se realizaron conteos sucesivos en los que se anotaban el número de plantas que presentaban síntomas virales y además se cuantificó la producción de frutos. Los resultados muestran que existe una predisposición a la manifestación de los complejos víricos en función del ambiente de procedencia del semillero. En lo que respecta a los tratamientos ensayados en el campo, el estiércol y el Welgro se perfilan como los tratamientos que indujeron mayores niveles de resistencia a la manifestación vírica en plantas de tomate.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han detectado problemas en el cultivo de algunas hortalizas que parecen haber contribuido de forma sustancial a la reducción de las superficies cultivadas en la Comunidad Valenciana (SANZ, 1996; PORCUNA y col., 1995). Inicialmente, la mayoría de estos problemas se achacaron a la presencia de nuevos y más agresivos complejos virales (PORCUNA y col., 1995). Pero además de los virus, un factor determinante de la salud de un cultivo es la atmósfera, en las últimas décadas, especialmente desde los años 70, la concentración de ozono troposférico de la cuenca mediterránea se ha incrementado alcanzando niveles que pueden considerarse fitotóxicos, superando el umbral de protección a la vegetación. Y se sabe que la presencia de elevados niveles de ozono puede actuar como un factor más de desequilibrio asociado

a la manifestación y agresividad de los complejos virales (DAVIS, 1978; MANNING y TIEDEMMAN, 1995; PORCUNA y col., 1999).

Las concentraciones más elevadas de ozono se producen en las áreas rurales que circundan los grandes núcleos urbanos o zonas industriales (a cierta distancia de éstas, no en ellas), situación que suele ocupar la agricultura intensiva en nuestras latitudes. El ozono se puede considerar, en cierta manera, un factor más que puede contribuir a cambios en los organismos y como consecuencia en los ecosistemas (o agrosistemas).

Los niveles críticos de ozono para los cultivos (FUHRER y ASHMORE, 1996) se superan ampliamente en diversos puntos de la Comunidad Valenciana (SANZ y col., 1999b) donde la producción de hortalizas es muy importante, debido a las especiales condiciones meteorológicas y de recirculación de masas de aire en la Cuenca Mediterránea (MILLÁN y col., 1997). Por lo que es de esperar que estas cargas críticas se superen en otras regiones similares (p.e. todo el este peninsular).

La hipótesis que se plantea en el presente trabajo es que existe una correlación entre la predisposición de las plantas al desarrollo de virosis y las concentraciones de ozono en la fase de semillero, y por tanto el desarrollo de virosis al aire libre durante los meses de septiembre y octubre está influenciado por las concentraciones de ozono a las que han sido expuestas las plantas en esta fase. Además se ensayan prácticas sencillas con el fin de paliar los posibles efectos negativos derivados de esta exposicición, en las condiciones ambientales y niveles de ozono actuales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal empleado en este ensayo son semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum*, Miller) cv «Valenciano» procedentes de la selección realizada por agricultores de la zona (L'Horta). El 23 de marzo se sembraron en bandejas de 104 alvéolos con un sustrato de turba (Gramoflor).

El 6 de abril, cuando las plántulas tenían una hoja adulta, se introdujeron en las cámaras de techo descubierto (*Open Top Chambers*, OTC) que la fundación CEAM tiene en el campo experimental de La Peira, Benifaió, Valencia (SANZ, 1996). Las bandejas con las plántulas se colocaron en las cámaras, hasta el 27 de abril, con los siguientes ambientes: F: aire filtrado; NF: aire no filtrado (concentraciones naturales de ozono); NF+40: aire enriquecido con 40 ppb de ozono durante 8 horas sobre los niveles ambientales (ambiente fumigado), durante 8 días, después las plántulas permanecieron en aire no filtrado.

Los tratamientos empleados en el campo se recogen en la Tabla I. El abono foliar es Welgro Standard plus (C. Q. Massó), denominado «Welgro» en el resto del artículo, el «Brotomax» procede de Agrométodos.

El 27 de abril se trasplantaron 8 plantas por parcela elemental (cada una de las réplicas de cada tesis). La combinación de los 4 tratamientos aplicados en el campo con los 3 ambientes de procedencia del semillero resultan en las 12 tesis que se distribuyeron al azar en 3 bloques, con un marco de plantación 1 x 0,5 m.

El riego aplicado fue localizado con goteros de 2 l/h situados a 40 cm. El caballón estaba acolchado con polietileno negro de 300 galgas. Los tratamientos fitosanitarios se reducen a aplicaciones de azufre, cobre y *Bacillus thurigiensis*. Las plantas se dejan a una sola guía hasta la altura de 1,80 m y entonces se despuntan.

Tabla I. Tratamientos antioxidantes empleados en el ensayo. Todas las tesis se realizaron en un campo tratado con estiércol dispuesto en el surco. Las aplicaciones foliares se hicieron desde el momento del trasplante hasta el final del cultivo

Tratamientos	Preparación del campo con estiércol	Aplicaciones foliares
Testigo	3 kg m lineal	–
Estiércol	9 kg m lineal	–
Welgro (Standard Plus C.Q. Massó)	3 kg m lineal	Welgro cada 10 o 12 días
Brotomax (Agrométodos)	3 kg m lineal	Brotomax cada 10 o 12 días

Niveles de ozono

Los valores de concentraciones de ozono ambiental se determinaron con un analizador de ozono marca Dasibi modelo 1008, durante los períodos de semillero y a partir de la fecha de trasplante en el campo. Las tasas acumuladas resultan de la suma de todas las medias horarias (AOT) y de la suma de la diferencia sobre 40 ppb en la media horaria (AOT40) (Tabla II).

Tabla II. Valores medios de los niveles de ozono durante la fase de semillero y durante el desarrollo del cultivo en el campo. Los ambientes de las plantas en el semillero se indican con letras (F: filtrado, aire libre de ozono; NF: aire ambiente; NF+40: aire ambiente enriquecido con 40 ppb de ozono, durante 8 días)

Fechas	6 abril a 27 abril			27 abril a 29 agosto
	Semillero (ppb)			Campo (ppb)
Medias (ppb)	F	NF	NF+40	Aire libre
24 horas	15 ± *11*	29 ± *13*	41 ± *26*	28 ± *15*
12 horas de luz (de 7h a 18h)	11 ± *7*	35 ± *9*	57 ± *21*	37 ± *12*
12 horas de noche (de19h a 6h)	19 ± *14*	23 ± *14*	23 ± *14*	19 ± *13*
8 horas de fumigación (de 8h a 16h)	12 ± *6*	37 ± *6*	68 ± *11*	40 ± *8*
	Semillero (% días)			Campo (% días)
Superaciones (ppb)	F	NF	NF+40	Aire libre
Mayor de 30 y menor de 40	38	4	0	14
Mayor de 40 y menor de 50	28	80	0	49
Mayor de 50 y menor de 60	4	9	0	29
Mayor de 60	0	4	100	6
	Semillero (ppb.h)			Campo (ppb.h)
Tasas acumuladas	F	NF	NF+40	Aire libre
AOT	7126	14203	16574	84321
AOT40	0	327	2169	4915

Observaciones en el campo

Cada semana, desde el momento del trasplante, se contaban las plantas viróticas improductivas, considerándose improductivos aquellos individuos que el agricultor normalmente deshecha

antes de la recolección, debido a los daños sobre brotes, hojas, ramilletes florales, deformaciones en frutos, enanismo, etc.

Periódicamente, se recogían los frutos maduros de cada planta y se pesaban individualmente. Cada fruto se clasificaba como: virótico o comercial, según presentaran decoloraciones y/o acorchamientos.

Para comprobar la presencia de virus en las plantas se llevó a cabo un test ELISA-DAS para cuatro virus: CMV, ToMV, TSWV y PVY.

Tratamiento estadístico

Para determinar si existían diferencias significativas entre las tesis, se han realizado Análisis de la Varianza de una vía con probabilidad de 0.05. Previamente al análisis estadístico, los datos se han trasformado siguiendo la ecuación: $y = \text{acsen}\sqrt{x}$. Siendo x la planta virótica improductiva en tanto por uno.

RESULTADOS

Evolución de plantas improductivas causadas por virus

El porcentaje total de planta improductiva se produce el 3 de julio, momento en que la aparición de daños drásticos en la planta se detiene. De las 12 tesis ensayadas, las diferencias mayores entre el testigo y los tres tipos de tratamientos se obtuvieron con la aplicación de estiércol a plantas procedentes de ambiente no filtrado, seguida de la aplicación de Welgro en plantas procedentes de ambiente fumigado (Figura 1).

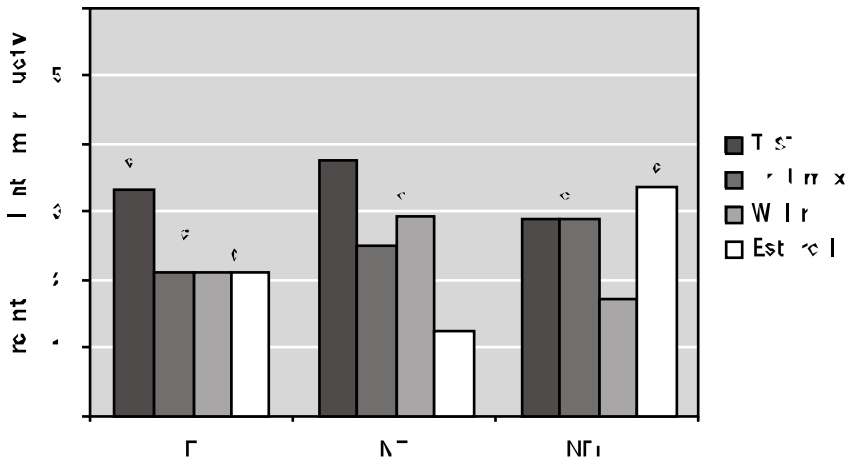


Figura 1. *Porcentaje acumulado de plantas viróticas improductivas de tomate cv. Valenciano evaluadas hasta el 3 de julio. Los ambientes de las plantas en el semillero se indican con letras (F: filtrado, aire libre de ozono; NF: aire ambiente; NF+40: aire ambiente enriquecido con 40 ppb de ozono). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas entre los distintos tratamientos (ANOVA, p<0.05)*

Producción de frutos de tomate

Los resultados se expresan como porcentaje de frutos comerciales sobre el total de frutos recolectados, en el ensayo se han obtenido en total un porcentaje mayor de frutos viróticos (65%) que de frutos comerciales (35%). La producción obtenida en cada tesis se aproxima a 20 Kg.

Las mayores producciones del tomate comercial se obtienen en las plantas procedentes de ambiente filtrados, comparadas con las de los ambientes no filtrado y fumigado. Las tesis con las mayores producciones fueron el estiércol/filtrado seguido del Welgro/filtrado y del testigo/filtrado. En el caso del Brotomax se invierte el efecto y las mayores producciones se obtienen con el Brotomax/fumigado (Figura 2).

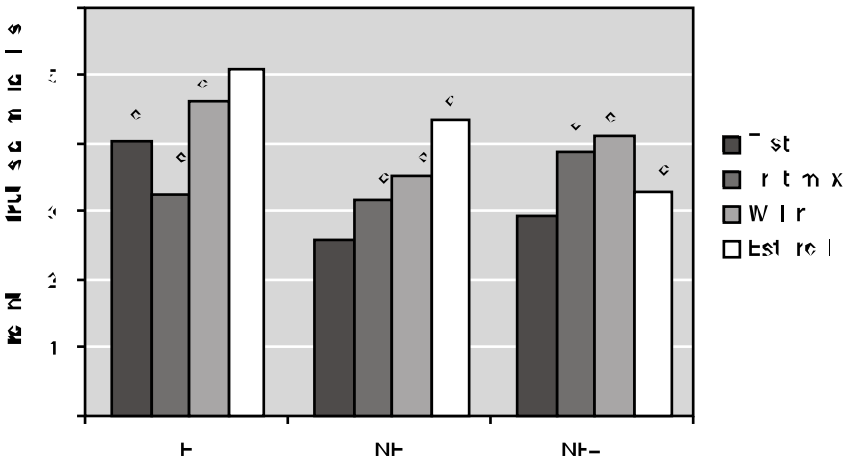


***Figura 2**. Producción de frutos de tomate cv. Valenciano. Se representa el porcentaje de frutos comerciales sobre el total de la producción. Los ambientes de las plantas en el semillero se indican con letras (F: filtrado, aire libre de ozono; NF: aire ambiente; NF+40: aire ambiente enriquecido con 40 ppb de ozono). Las letras sobre las barras indican diferencias significativas entre los distintos tratamientos (ANOVA, p<0.05)*

DISCUSIÓN

En muchos de los estudios realizados con anterioridad, las infecciones virales en las plantas parecen protegerlas frente al ozono, tal es el caso de la judía (VARGO y col., 1978), y del tabaco (MOYER y SMITH, 1975). Pero también existen ejemplos en los que los virus aumentan la susceptibilidad de las plantas frente a este contaminante (REINERT y GOODING, 1978) o bien no originan ningún efecto o interacción (HEAGLE y col., 1992). En el caso del tomate, los trabajos de Porcuna (1997) muestran que existe una relación entre la predisposición de las plantas al desarrollo de virosis y las concentraciones de ozono en el ambiente pretrasplante al campo. En esta misma línea, nuestras experiencias apuntan a que dosis adecuadas de ozono en la fase de semillero condicionan la susceptibilidad a la infección vírica en plantas adultas de melón (datos no publicados).

Respecto a la sensibilidad del tomate al ozono, en experiencias anteriores, dentro del proyecto europeo TOMSTRESS, se ha constatado que una amplia selección de variedades de tomate

son sensibles al ozono (SANZ y col., 1999a). Además, existen evidencias tanto de la relación de las virosis y determinados tratamientos antioxidantes aplicados durante el cultivo del tomate (MOLINERO, 1995).

En general, los daños producidos por los virus en plantas de tomate van evolucionando temporalmente, alcanzándose los niveles de mayor agresividad en un período comprendido entre mayo y junio (PORCUNA, 1997). Cuando las manifestacions virales cesan en las partes vegetativas de las plantas, tales como hojas o ramilletes florales, y empiezan a aparecer decoloraciones o acorchamientos en los frutos, que los hacen inviables comercialmente. Desde el punto de vista agronómico, estas plantas que producen frutos no comerciales se consideran improductivas. En este estudio, el estiércol ha retrasado la manifestación sistémica del virus sobre la parte vegetativa de la planta, tanto en ambientes filtrados como en ambientes no filtrados, ejerciendo un papel protector frente a la infección viral que posteriormente se refleja en mayores producciones de frutos comerciales, mostrándose como una práctica sencilla en las condiciones ambientales actuales.

Sin embargo, la combinación estiércol/fumigado ha resultado en más problemas sanitarios y menores producciones de frutos comerciales comparada con los resultados de las tesis estiércol/filtrado y estiércol/no filtrado. Una posible interpretación de este resultado toma como punto de partida experiencias anteriores con melón y tomate en las que se ha obtenido una reducción significativa de la biomasa radicular en plantas fumigadas con ozono (SANZ y col., 1997; 1999A). Este descenso de la biomasa de las raíces puede repercutir en la capacidad de absorción de nutrientes limitando la efectividad del abono (estiércol).

Este problema no se presentaría en las aplicaciones foliares, en este sentido, nuestros resultados indican que la aplicación foliar continuada de productos tales como el Welgro o como el Brotomax ha sido más efectiva en las plantas de ambiente fumigado que la adicción de cantidades distintas de estiércol. Ello, unido a la frecuencia de las aplicaciones foliares (desde el principio hasta el final del cultivo) frente a la adición puntual de estiércol (en el inicio del cultivo al aire libre), podría explicar las mayores producciones de tomate comercial de las plantas fumigadas obtenidas con el Welgro y con el Brotomax.

Considerando nuestra situación actual en el este peninsular, la manifestación sistémica de los virus se observa en la parte vegetativa de las plantas durante finales de primavera y principios de verano (PORCUNA, 1997) coincidiendo con las épocas del año con altas concentraciones de ozono (MILLÁN y col., 1997). La manifestación vegetativa de estos síntomas se detiene y empiezan a hacerse patentes en la maduración de los frutos. Comparado con los otros ambientes, el hecho de filtrar el aire en el que se desarrolla el semillero podría ser suficiente para minimizar la expresión del complejo vírico sobre los frutos de tomate, y, de este modo, obtener mayores producciones si además se realizan aplicaciones foliares de Welgro y adiciones de estiércol.

La exposición de las plántulas a distintos niveles de ozono combinado con los tratamientos aplicados en el campo condiciona la respuesta, y pone en evidencia las complejas interacciones existentes entre ambiente, huésped y patógeno, que en ocasiones se han revelado, en otros trabajos, como resultados contradictorios (MANING y TIEDEMANN, 1995). Nuestros resultados apuntan que la aplicación de ciertos tratamientos para mejorar el rendimiento del cultivo de tomate al aire libre puede ser efectivo. En este sentido, si se considera que la situación normal de los agrosistemas mediterráneos es que tanto el cultivo como el semillero se desarrollen en ambiente no filtrado, el estiércol es una alternativa eficaz para mejorar el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

Según nuestros resultados, con las concentraciones actuales de ozono, si no existe la posibilidad de manipular el ambiente del semillero, la mejor alternativa observada es la adición de estiércol al inicio del cultivo (9 Kg/m lineal en este caso).

El semillero realizado en aire filtrado se comportó como la tesis más productiva en kg de frutos. En este ambiente, las producciones se vieron incrementadas en las tesis en que se aportó estiércol o bien con las aplicaciones comerciales de productos tipo Welgro.

La aplicación de estiércol ralentizó la manifestación de la sintomatología vírica y ayudó a superar el período crítico de final de primavera-principio de verano, de modo que se perfila como un tratamiento interesante para disminuir los daños causados por las virosis al aire libre.

La aplicación de abonos foliares tipo Welgro se mostró como un buen tratamiento en cultivos desarrollados al aire libre con semilleros procedentes de cualquier ambiente, y la aplicación periódica de este tipo de productos puede ser interesante para minimizar la manifestación de complejos víricos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. José Martí, propietario de la granja ecológica de La Peira (Benifaió), la cesión del campo donde se ha desarrollado la totalidad del ensayo. La Dra. Concepción Jordá tuvo la amabilidad de realizar numerosos análisis de plantas, los tratamientos térmicos de las semillas en su laboratorio de la E.T.S.I.A. de la Universidad Politécnica de Valencia. La fundación CEAM está financiada por la Generalitat Valenciana y Bancaixa.

BIBLIOGRAFIA

DAVIS, D.D. (1978). Interactions between oxidants and virus infections. Abstracts of papers, 3rd International congress of plant pathology, Munchen. Paul Parey, Berlin and Hamburg.

FUHRER, J.; ASHMORE (1996). Report from the crops and natural vegetation group. In: Krelampi L. & Skärby L. (Eds.), *Critical levels for ozone in Europe: testing and finalizing the concepts*. UN-ECE Workshop Report. Univ. of Kuopio, Dept. of Ecol. and Environ. Sci.

HEAGLE, A.S.; MCLAUGHIN, M.R.; MILLER, J.E.; JOYLER, R.L. (1992). Response of two white clover clones to peanut stunt virus and ozone. *Phytopathology*, 82: 254-258.

MANING, J.W.; TIEDEMANN, A.V. (1995). Climate change: Potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO2), ozone (O3), and ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. *Environmental Pollution* 88: 219-245.

MILLÁN, M.; SALVADOR, R.; MANTILLA, E.; KALLOS, G. (1997). Photoxidants Dynamics in the Mediterranean Basin in Summer: Results from European Research Projects. *J. of Geophysical Research-Atmospheres* 102(d7):8.811-8.823.

MOYER, J.W.; SMITH, S.H. (1975). Oxidant injury reductions on tobacco inducede by tobacco ech virus infection. *Environmental Pollution* 9: 103-106.

MOLINERO, C. (1995). Posible relación entre virosis y tratamientos antioxidantes. Trabajo fin de carrera. Universidad Politécnica de Valencia.

PORCUNA, J.L.; GIMENO, B.S.; JIMÉNEZ, A. (1995). Epidemiología de las virosis en el sureste peninsular. *Phytoma* 73: 44-51.

PORCUNA, J.L. (1997). El ambiente y la predisposición de las plantas de tomate a la infección de dos virosis en levante español. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Inédita.

PORCUNA J.L.; GIMENO B.; SANZ Mª J.; OCON, C.; JIMÉNEZ, A. (1999). La contaminación de ozono tropoférico de los cultivos en el litoral mediterráneo. *Boletín Vida Sana*, 3, 48-54.

REINERT, R.A.; GOODING, G.V. JR. (1978). Effect of ozone and tobacco streak virus alone and in combination on *Nicotiana tabacum*. *Phytopatlogy*, 74: 761-767.

SANZ, M.J. (1996), La salud del agrosistema. La contaminación atmosférica en la cuenca mediterránea: El ozono. *Comunitat Valenciana Agraria. Revista de información técnica* 6: 47-55.

SANZ, M.J.; PORCUNA, J.L.; JORDÁ, C.; MARTÍN, C.; CÁMARA, P.V.; JIMÉNEZ, A.; CALVO, E., V.; CALATAYUD (1997). Galia type Muskmelon (var. «Yuppi»). Submitted to l Tecnical Woorkshop on Ozone Pollution in Southern Europe. Valencia.

SANZ, M.J.; CALVO, E.; GIMENO, C.; MARTÍN, C.; CÁMARA, P.V. (1999). Engineering tomato against environmental stress (Tomstresss). First annual report, april 1999. FAIR-CT97-3493.

SANZ, M.J.; CARRATALÁ, A.; MANTILLA, E.; DIÉGUEZ, J.J.; MILLÁN, M.M. (1999). Daily ozone patterns and AOT40 index on the east coast of the Iberian Peninsula. *Annales Geophysicae* (accepted).

VARGO, R.H.; PELL, E.J.; SMITH, S.H. (1978). Inducede resistance to ozone injury of soybean by tobacco ringspot virus. *Phytopathology* 68: 715-719.

Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos

M.J. SANZ[1], E. CALVO[1], C. MARTÍN[1], A. JIMÉNEZ[2], J.L. PORCUNA[2]

[1] Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Parque Tecnológico. C/ Charles Darwin, 14. 46980 Patema, Valencia.
[2] Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Apartado 125. Silla, Valencia.

RESUMEN

El ozono troposférico, por encima de determinadas concentraciones, produce efectos perjudiciales en los seres vivos. Aunque la sensibilidad según las especies es diferente, las plantas, tanto de los agrosistemas como de los ecosistemas naturales, se ven afectadas por este contaminante. Para estudiar los efectos de los fotooxidantes sobre los vegetales, los primeros trabajos se realizaron en Israel usando el cultivo de tabaco, Bel W3, como biondicador de contaminación por ozono (NAVEH y col., 1978).

En la cuenca mediterránea, concretamente en Italia, las primeras referencias relacionadas con daños producidos por fotooxidantes datan del año 1984 (LORENZINI y col., 1984). Momento que parece coincidir con el inicio de la problemática en nuestro país, a principio de los años 80. Los estudios más intensivos se han llevado a cabo en el valle del Po y Tuscany, donde se ha establecido una buena correlación entre los daños aparecidos en los cultivos y las concentraciones reales detectadas (LORENZINI y PANATTONI, 1986; MIGNANEGO y col., 1992). Además de las referencias italianas, también se han encontrado evidencias de daños producidos por ozono en plantas de tabaco en Grecia (VELISSARIOU y col., 1992) y en Francia (GARREC y ROSE, 1988).

En España, en 1991-92, en el campo de experimentación de la granja MIGJORN, se detectaron efectos debidos a la presencia de ozono en judía y en sandía (FERNÁNDEZ, 1991; GIMENO y col., 1989, 1990). En la Comunidad Valenciana también se han observado daños visibles, que pueden ser debidos al ozono, en cultivos mediterráneos como: patatas, vid, cacahuetes, judías, soja, tomates y variedades de tabaco comercial. Todas estas evidencias confirman que los fotooxidantes, y especialmente el ozono, se muestran como un problema que afecta a toda la cuenca del Mediterráneo. Coincidiendo su aparición, a finales de la década de los 70, con la instalación de grandes complejos industriales en la costa mediterránea.

La Comunidad Valenciana cuenta con grandes extensiones dedicadas a la horticultura, siendo algunas de las especies de conocida sensibilidad al ozono (p.e. melón, sandía, tomate, judía, patata, etc.). En estos cultivos, desde final de primavera hasta principios de otoño, no es raro encontrar plantas que muestran síntomas característicos en el haz de las hojas, que en principio no

son atribuibles a los problemas fitosanitarios habituales. Generalmente, en la superficie de las hojas dañadas, aparecen lesiones entre las nerviaduras que pueden variar, según las especies, desde decoloraciones o clorosis a punteduras de color rojizo o pardo.

El diagnóstico de una sintomatología a una causa determinada, bien sea un estrés ambiental, una patología o una enfermedad, puede resultar difícil de determinar para un observador poco experimentado. En este sentido, los atlas con fotografías de plantas con síntomas causados por contaminantes, o por otros factores de estrés, son herramientas muy útiles para todas aquellas personas que desarrollen su trabajo con plantas, tanto cultivos, como plantas forestales o de jardinería. En la actualidad, todavía son escasas las publicaciones que permiten a los técnicos y a los propios agricultores diagnosticar los daños provocados por ozono en el campo. No obstante, en el ámbito de la contaminación atmosférica, existen publicaciones clásicas en las que figuran fotografías de los efectos inducidos por distintos contaminantes atmosféricos sobre las plantas, un buen ejemplo son los atlas americanos publicados en los años 70 y 80 (JACOBSON y HILL, 1970; SKELLY y col., 1987), uno de los cuales ha sido recientemente reeditado (FLAGER, 1998). Además de estas publicaciones, el ICP Vegetation y ICP Forest ha editado recientemente un folleto divulgativo que incluye imágenes de síntomas producidos por el ozono tanto en hortalizas como en forestales (UNECE, 2002). En España, no existen atlas similares, sin embargo sí que se han publicado algunos trabajos en los que se reproducen síntomas debidos al ozono en plantas forestales (SANZ y col., 2002); y también en cultivos (REINERT y col., 1992; FERNÁNDEZ, 1991; SANZ y col., 2001).

Los resultados expuestos en esta comunicación, conjuntamente con los ya publicados (SANZ y col., 2001), constituyen el paso previo de la confección de una guía fotográfica de síntomas producidos por el ozono en diferentes variedades de cultivos de hortalizas del área mediterránea. Para ello, desde 1996, se han realizado experiencias con diferentes especies de hortícolas en cámaras descubiertas («Open Top Chambers») con el objetivo de estudiar los efectos del ozono en estas hortalizas.

En este estudio se presentan un conjunto de fotografías de distintos cultivos que reproducen síntomas inducidos por fumigaciones con ozono realizadas en el campo experimental de Open Top Chambers que la Fundación CEAM dispone en la Granja Ecológica de La Peira (Benifaió), Valencia. Además, se dan recomendaciones para su observación y reconocimiento con el objeto de facilitar el diagnóstico.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ, J.M. (1991). *Respuestas de algunos cultivos mediterráneos al ozono.* Phytoma España, 31: 27-32.

FLAGLER, B. (1998). *Recognition of air pollution injury to vegetation*: A Pictorial Atlas. Second Edition. Air & Waste Management Association. Pittsburgh.

GARREC, J.P.; ROSE, C. (1988). *Utilisation d'un bioindicateur végétal pour la mesure de lózone en montagne*. Pollution Atmospherique, 30: 271-276.

GIMENO, B.S.; SELLERAS, J.M.; BERMEJO, V.; OCHOA, M.J.; TARRUEL, A. (1989). *Efectos del ozono sobre plantas de sandía en el Delta del Ebro: sintomatología (II).* Phytoma España, 12: 19-28.

GIMENO, B.S.; SELLERAS, J.M.; BERMEJO, V.; OCHOA, M.J.; TARRUEL, A. (1990). *Efectos del ozono sobre plantas de sandía en el Delta del Ebro: rendimiento y calidad (III).* Phytoma España, 16: 15-21.

JACOBSON, J.S.; HILL, A.C. (1970). *Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: a Pictorial atlas*. Informative Report Nº 1. TR-7 Agricultural Committe Air Pollution Control Association. Pennsylvania.

LORENZINI, G.; PANNATONI, A. (1986). *Atmospheric ozone levels in Tuscany (Central Italy) as monitores with indicator plants.* 511-517 in Environmental Quality and Ecosystem Stability vol. 3. Bar-Ilav Univ. Press. Ramat-Gan Israel.

LORENZINI, G.; TRIOLO, E.; MATERAZZI, A. (1984). *Evidence of visible injury crops species by ozone in Italy*. Revista Ortoflorofrutticoltora Italiana, 68: 81-84.

MIGNANEGO, L.; BIONDI, F.; SCHENONE, G. (1992). *Ozone Biomonitoring in Norther Italy.* Agriculture, Ecosystems an Environment, 21: 141-159.

NAVEH, Z.; CHAIM, S.; STEINBERG, E.H. (1978). *Atmospheric oxidant concentrations in Israel as manifested by foliar injury in Bel-W3 tobacco plants.* Environmental Pollution, 16: 249-262.

REINERT, R.; GIMENO, B.S.; SELLERAS, J.M.; BERMEJO, V.; OCHOA, M.J.; TARRUEL, A. (1992). *Ozone effects on watermelon plants at the Ebro delta (Spain). Syntomatology.* Agriculture, Ecosystems and Environment, 38: 41-49.

SANZ, M.J.; MARTÍN, C.; CALVO, E.; CÁMARA, P.V.; JIMÉNEZ, A.; PORCUNA, J.L. (2001). Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos I. Phytoma España, 131: 14-26

SANZ, M.J.; SÁNCHEZ, G.; CALATAYUD, V.; MINAYA, M.T.; CERVERÓ, J. (2002). La Contaminación Atmosférica en los bosques. Guía para la identificación de daños visibles causados por ozono. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, 2001, 163 pp. (ISBN:84-8014-362-2).

SKELLY, J. y col. (1987). *Diagnosign Injury to Eastern Forest Trees. A manual for identifying damage caused by air pollution, pathogens insects and abiotic stresses.* National Acid Precipitation Assessment Program. Forest Response Program. National Vegetation Survey. Pennsylvania.

VELISSARIOU, D.; DAVISON, A.W.; BARNES, J.D.; PFTRAMAN, T.; MACLEAN, D.C.; HOLMES, C.D. (1992). *Effects of air pollution Pinus halepensis (Mill.): Pollution levels in Attica, Greece.* Atmos. Environ. 36: 1-8.

Daños foliares por ozono en diversas plantas forestales

M.J. SANZ, J. CERVERÓ, V. CALATAYUD

Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Parque Tecnológico. C/ Charles R. Darwin, 14. 46980 Paterna, Valencia.

RESUMEN

Las concentraciones de ozono superficial que se presentan en Europa pueden causar diversos efectos negativos sobre la vegetación, incluyendo daños visibles en las hojas, reducciones en el crecimiento y producción, y alteraciones de la sensibilidad a los estreses bióticos y otros estreses abióticos. Uno de los efectos fitotóxicos más fácilmente detectable en el campo son los daños visibles en las hojas. Aunque estos síntomas son bastante característicos –normalmente son punteaduras necróticas o un enrojecimiento del haz de las hojas más viejas que no afecta a los nervios–, es importante reproducirlos en condiciones controladas para confirmarlos y evitar posibles confusiones con los daños producidos por otras causas (e.g. insectos, carencias nutricionales, etc.).

Con esta finalidad, durante los años 2000, 2001 y 2002 se realizaron fumigaciones de diversas especies de plantas forestales. Las plantas se expusieron en cámaras de techo descubierto (OTC) a tres tratamientos: aire filtrado, aire ambiente + 60 ppb y aire ambiente + 80 ppb. Entre las especies sintomáticas cabe destacar: *Acer campestre*, *Acer opalus* subsp. *granatense*, *Ailanthus altissima*, *Arbutus unedo*, *Berbascum* sp., *Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus ornus*, *Lonicera implexa*, *Lonicera xylosteum*, *Myrtus communis*, *Nicotiana tabacum*, *Oenothera biennis*, *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Populus nigra*, *Ricinus communis*, *Rubus ulmifolius*, *Sambucus nigra*, *Solanum linnaeanum*, *Ulmus minor*, *Valeriana officinallis* y *Viburnum lantana*. Se presentan fotografías de los síntomas de ozono en varias de estas especies forestales, así como información sobre los valores promedios y acumulados de ozono (AOT40, AOT total, y diversas medias) a los que se detectaron los síntomas.

INTRODUCCIÓN

Las concentraciones de ozono se han incrementado durante los últimos 25 años hasta alcanzar niveles fitotóxicos para determinadas especies vegetales. Y como consecuencia de ello, en las dos ultimas décadas, se han multiplicado los informes de daños visibles observados en el campo producidos por este contaminante en la Cuenca Mediterránea (NAVEH y col., 1980; VELISSARIOU y col., 1992; GIMENO y col., 1992; GARREC, 1994; VELISSARIOU y col., 1996; SANZ y CALATAYUD, 1997; SANZ y MILLÁN, 1998). Aun así, todavía se observa una

discrepancia entre los valores que los modelos muestran para determinadas zonas de Europa (especialmente en el sur), algunas de las concentraciones observadas (EMEP, 1995, 1998) y la observación de daños en el campo. Las excedencias que se han observado de las cargas críticas recomendadas por la OMS (FURHER, 1994) para la protección de cultivos y bosques se superan en la mayoría de los países europeos (EMEP, 1995); estas excedencias son ya reproducidas por el modelo EMEP y otros modelos, que reflejan incluso mejor la presencia de niveles de ozono relativamente altos en el Mediterráneo (BASTRUP-BIRK y col., 1997). Todo lo mencionado anteriormente indica que se puede esperar que los daños por ozono en la vegetación natural pueden estar ampliamente distribuidos por toda Europa y especialmente en la Cuenca Mediterránea.

Por otra parte, hasta el momento, muchos de los estudios realizados sobre los efectos del ozono se han realizado en condiciones controladas con plántulas, siendo pocos los estudios que han tratado la aparición de síntomas en el campo y su relación con las concentraciones observadas. La identificación de los daños visibles producidos por ozono ha sido utilizada como una herramienta muy útil en determinadas zonas para detectar la presencia de este contaminante y sus efectos perjudiciales (MILLER, 1973; MILLER y MILLECAN, 1971; MILLER y PARMETER, 1967; LIEBOLD, 1988; PRINZ y col., 1982; DAVIS y SKELLY, 1992; SIMINI y col., 1992). Recientemente, se han venido observando daños visibles producidos por el ozono en el pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) en diversas partes de la Cuenca Mediterránea (VELISSARIOU y col., 1992; GIMENO y col., 1992; GARREC, 1994; DAVISON y col., 1995; GIMENO y col., 1995a, 1995b; SANZ y MILLÁN, 1998), por lo que esta especie se ha considerado como buena bioindicadora de la presencia de ozono, e incluso se han descrito métodos para la evaluación de los daños observados (SANZ y col., 2000).

Desde los años 80, en el marco del Programa Internacional de Cooperación para la evaluación y el seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica en los bosques, se viene realizando una evaluación de la defoliación de las copas de los árboles, en una Red europea de seguimiento de daños (Nivel I). Existe además una red intensiva (Nivel II), donde se consideran más parámetros. Este programa ha incluido recientemente la evaluación a nivel europeo de los daños por ozono en los bosques (www.gva.es/ceam/ICP-forest). En esta comunicación se presenta documentación sobre diversas especies forestales sensibles al ozono mostrando los daños que les produce este contaminante y se aporta información sobre las dosis a las que aparecieron los síntomas, trabajos que se han realizado como Centro de Coordinación para la Evaluación de Daños Visibles en los Bosques –ICP-Forest.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas se expusieron a tres tratamientos en cámaras de techo descubierto (OTC): 1) Aire filtrado (prácticamente sin ozono, control); 2) Aire ambiente + 60 ppb [en 2000, pero + 80 ppb en 2001] de ozono, 8 horas diarias, todos los días de la semana; 3) Aire ambiente + 100 ppb. Se han calculado las AOT40 (sumatorio de las concentraciones positivas de ozono obtenidas al restar 40 ppb a las medias por hora durante el tiempo de estudio siempre que la radiación sea superior a 50 W/m^2), la AOT total (sumatorio de la media horaria de concentración de ozono de los días de fumigación hasta que se produjera el síntoma), la media, la media de 8 horas (coincidiendo con las horas de fumigación, 9:00 hasta las 16:00), la media de 12 horas (coincidiendo con las horas de sol, 7:00 hasta las 18:00), la concentración máxima de ozono alcanzada durante los días de la fumigación y la concentración mínima alcanzada durante la fumigación.

RESULTADOS

En España se han detectado daños foliares inducidos por el ozono en diversas especies de árboles, plantas de sotobosque y especies herbáceas en varias de las parcelas de Nivel II de la Red del ICP-Forest. Este tipo de daños también han sido observados en determinadas zonas del este peninsular, tal como han puesto de manifiesto algunos estudios de la Fundación CEAM. En muchos casos, no se disponía de la confirmación de que efectivamente los daños causados por el ozono eran como los observados en campo para algunas especies. En este trabajo se presenta una lista de especies en las que se observaron daños foliares en campo que han sido posteriormente confirmados experimentalmente como causados por el ozono (Tabla I). Se presenta documentación sobre 18 especies, de las cuales 9 son especies arbóreas, 4 son arbustos y 5 son herbáceas o cultivos comunes en nuestro país. Se adjunta documentación gráfica de los daños (Figura 1) e información sobre las concentraciones a las que comienzan a producirse los daños en las exposiciones realizadas.

Tabla I. Especies fumigadas con ozono en 2000 y 2001 que mostraron síntomas visibles, ordenadas de acuerdo con el día de aparición de los síntomas. Para cada especie, se aportan diversos parámetros relacionados con las concentraciones de ozono a las que se manifestaron los síntomas (ver material y métodos)

				Total M	M	h. M	12h.	Maxim	Minim
		1		1[illegible]1		13	1[illegible]3	[illegible]5	[illegible]
		2		1 15	3	1	7	25	
				3	2	1		2	
				53	3	1		[illegible]1	
				[illegible]5		1	72	[illegible]2	
				1 31	5	1	7[illegible]	[illegible]2	
				1[illegible] 12	2		7	[illegible]11	
				15 3	2	1	7	[illegible]3	
2	*Fr[illegible]*	[illegible]	7	17 1		1		[illegible]23	
2	*[illegible]*	7		2 [illegible]	51	1	5	52	
2	*[illegible]*	22	1	2				.	
2	*[illegible]*	37	15522	[illegible].2		1		.2	
2	*[illegible]*	3	15/[illegible]	[illegible] 5			1	.3	
2	*[illegible]*	2	1 4	52	5	1		252	
2 [illegible]	*[illegible]*	[illegible]	[illegible]	5 2	2	[illegible]	1	[illegible]3	
2 [illegible]	*S[illegible]*	2	1	[illegible]317	2	5	7	[illegible]3	
2 [illegible]	*Fr[illegible]*	2	2 [illegible]	53 3	5	2		[illegible]3	
2 [illegible]	*[illegible]*	5	[illegible]31	7 2		5		[illegible]3	
2 [illegible]	*[illegible]*	1	[illegible]	1 3	1			.	

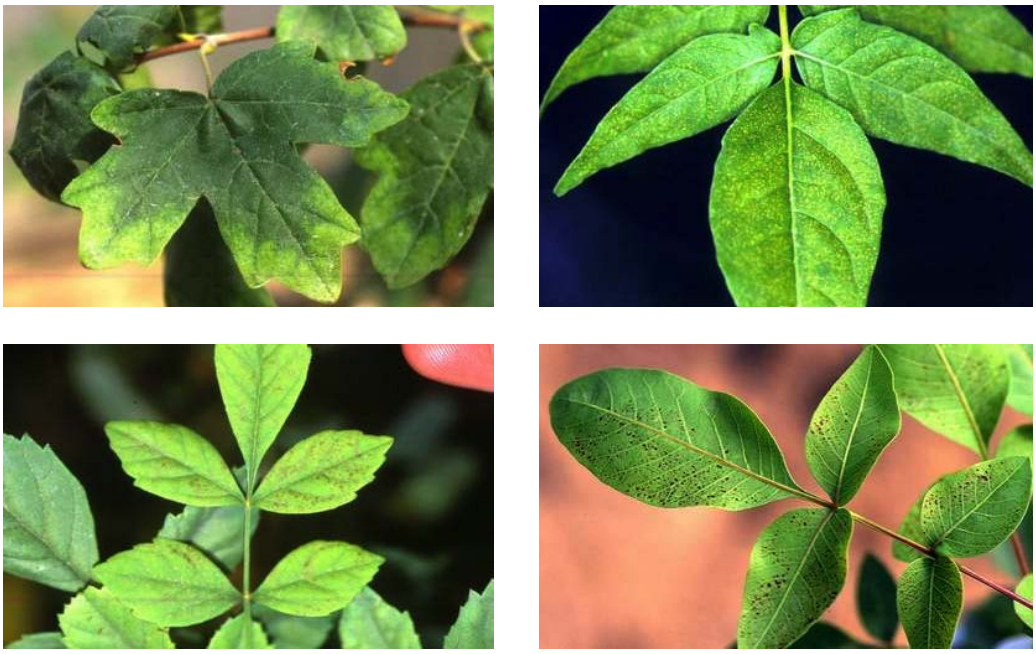


Figura 1. *Daños causados por el ozono en algunas especies forestales en condiciones controladas, tras fumigar con este contaminante. Las especies son: Acer campestre (arriba, izq.), Ailanthus altissima (arriba, der.), Fraxinus angustifolia (abajo, izq.), y Pistacia terebinthus (abajo, der.). El ozono produce punteaduras necróticas internerviales en el haz de las hojas (que rara vez traspasan al envés); a veces el daño se acompaña de una decoloración (Acer campestre). En la mayoría de estas especies se han observado daños semejantes en el campo*

La sensibilidad de las diferentes especies al ozono varía considerablemente. Como ejemplo, se puede apreciar que la cornicabra (*Pistacia terebinthus*) desarrolla síntomas visibles mucho más rápidamente que otra especie del género, el lentisco (*Pistacia lentiscus*) (Tabla I). El tabaco es una de las especies más sensibles, y se emplea como bioindicador de ozono en multitud de estudios (e.g. ASHMORE y col., 1978; LORENZINI, 1994; LORENZINI y col., 1986, 1995). Ciertas especies arbóreas de amplia distribución como *Ailanthus altissima*, y en menor medida *Fraxinus angustifolia*, son bastante sensibles, lo que es coherente con la observación de daños en el campo relativamente frecuentes al final del verano.

CONCLUSIONES

La amplia extensión de la presencia de daños foliares en diversas especies sensibles al ozono confirma algunos de los datos disponibles de las redes de calidad del aire y algunos modelos que reproducen para el sur de Europa elevadas concentraciones de este contaminante.

Los daños visibles se manifiestan como una herramienta muy útil para detectar la presencia de concentraciones de ozono potencialmente dañinas para nuestros bosques. Así, se considera de gran utilidad la confección de listas de especies sensibles, y el entrenamiento de la guardería y equipos de evaluación en campo para el reconocimiento de los daños por ozono

en especies arbóreas y de sotobosque, así como en especies que puedan aparecer en claros y caminos forestales.

BIBLIOGRAFÍA

ASHMORE, M.R.; BELL, J.N.B.; REILLY, C.L. (1978). A survey of ozone levels in the British Isles using indicator plants. Nature, 276: 813-815.

BASTRUP-BIRK, A; BRANDT, J.; ZLATEV, V.; URÍA, I. (1997). Studing cumulative ozone exposures in Europe during a 7-year period. J. Geophys. Res. 102, D20, 23,973-23,935.

DAVIS, D.D.; SKELLY, J.M. (1992). Growth response of four species of eastern hardwood tree seedlings exposed to ozone, acidic precipitation, and sulfur dioxide. Jour. of Air Pollut. Control Assoc. 42: 309-311.

EMEP Report (1995). NMI Blindern, Norway.

EMEP Report (1998). MSC-W Status report: Calculations of tropospheric ozone and comparison with observations. NMI Blindern, Norway, pp. 71.

FUHRER, J. (1994). The critical level for ozone to protec agricultural crops- an assessment of data from European open-top chamber experiments. En:

GARREC, J.P. (1994). Les dépérissements litoraux d'arbres forestiers. Rev. For. Fr. 46: 454-457.

GIMENO, B.S.; VELISSARIOU, D.; BARNES, J.D.; INCLÁN, R.; PEÑA, J.M.; DAVISON, A. (1992). Daños visibles por ozono en aciculas de *Pinus halepensis* Mill. en Grecia y España. Ecología 6: 131-134.

LIEBOLD, E. (1988). Wirkungsmodell der längerfristigen Schadensprognose im SO_2-geschädigten Fichtenwald. Wiss. Z. Techn. Uni. Dresden 37: 243-247.

LORENZINI, G. (1994). A miniaturized kit for ozone biomonitoring. Applied Biochemistry and Biotechnology, 47: 1-3.

LORENZINI, G.; ANATTONI, A. (1986). Atmopheric ozone levels in Tuscany (Central Italy) as monitored with indicator plants. Enviromental Quality and Ecosystem Stability, 3: 511-519.

LORENZINI, G.; NALI, C.; BIAGIONI, M. (1995). Long range transport of photochemical ozone over the Tyrrhenian Sea demonstrated by a new miniaturized bioassay with ozone-sensitive tobacco seedlings. The Science of the Total Environment 166: 193-199.

MILLER, P.R.; MILLECAN, A.A. (1971). Extent of air pollution damage to some pines and other conifers in California. Plant Disease Reports 55: 555-559.

MILLER, P.R. (1973). Oxidant-induced community change in a mixed conifer forest. Adv. Chem. Ser. 122: 101-117.

NAVEH, Z.; STEINBERGER, E.H.; CAHIM, S.; ROTMANN, A. (1980). Photochemical air pollutants. A threat to Mediterranean coniferous forest and upland ecosystems. Environmental Consevation 7: 301-309.

PRINZ, B.; KRAUSE, G.H.M.; STRATMANN, H. (1982). Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland. LIS-Berichte 28. Essen, Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

SANZ, M.J.; CALATAYUD, V. (1997). An example of combined studies: Mesoscale ozone distribution and its effects on forest species (*Pinus halepenis* Mill.). Submitted to I Technical Workshop on Ozone Pollution in Southern Europe. Valencia, 1997.

SANZ, M.J.; MILLÁN, M.M. (1998). The dynamics of polluted airmasses and ozone cycles in the western Mediterranean: relevance of forest ecosystems. Chemosphere 36: 1.089-1.094.

SANZ, M.J.; CALATAYUD, V.; CALVO, E. (2000). Spatial pattern of ozone injury in Aleppo pine related to air pollution dinamicas in a coastal-mountain region of eastern Spain. Environmental Pollution 108: 239-247.

SIMINI, M.; SKELLY, J.M.; DAVIS, D.D.; SAVAGE, J.E.; COMRIE, A.C. (1992). Sensitivity of four hardwood species to ambient ozone in north central Pennsylvania. Can. J. For. Res. 22: 1.789-1.799.

SKELLY, J.; INNES, J.; SAVAGE, J.E..; SNYDER, K.R..; VANDERHEYDEN, D.; ZHANG, J.; SANZ, M.J. (1999). Observation and confirmation of foliar ozone symptoms of native plants species of Switzerland and southern Spain. Water, Air, and Soil Pollution 116: 227-234.

VELISSARIOU, D.; BARNES, J.D.; DAVISON, A.W.; PFIRRMANN, T.; MACLEAN, D.C.; HOLEVAS, C.D. (1992). Effects of air pollution on *Pinus halepensis* (Mill.): Pollution levels in Attica, Greece. Atmospheric Environment 26A: 373-380.

VELISSARIOU, D.; GIMENO, B.S.; BADIANI, M.; FUMGALLI, I.; DAVISON, A.W. (1996). Records of ozone visible injury in the ECE Mediterranean region. En: KÄRENLAMPI, L.; SKÄRBY, L. (Eds.). *Critical levels for ozone in Europe: Testing and Finalizing the concepts*. UN-ECE Workshop Report. Kuopio, Univ. of Kuopio, pp. 343-350.

Ozono y daños en patata en la cuenca mediterránea occidental

M.J. SANZ[1], J.L. PORCUNA[2], I. CALVO[1], C. ESCRIBÁ[3], A. JIMÉNEZ[2], E. CALVO[1], C. MARTÍN[1], J.M. VEGA[4], M.G. ORTEGA[4]; B. MORERA[4]; F. MONTES[4], J. PAEZ[4]

[1] Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. Parque Tecnológico. C/ Charles Darwin, 14. 46980 Paterna, Valencia.
[2] Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Apartado 125. Silla, Valencia.
[3] Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.
[4] Laboratorio de Sanidad de Sevilla.

RESUMEN

En la cuenca mediterránea occidental, los niveles de ozono pueden alcanzar valores por encima del umbral considerado fitotóxico en las directivas europeas (32.5 ppb como media de 24 horas, AOT40 de 17.000 mgr/m^3 de abril a junio, esta última en vigencia). Estas superaciones son frecuentes durante la primavera y el verano, período que coincide con el cultivo de la patata temprana. Este hecho, unido a la sensibilidad de este cultivo al ozono, hacen que la presencia de síntomas sobre las hojas producidos por efecto de los niveles ambientales de ozono llegue a aparecer en el campo. En este sentido, durante el 2002 técnicos del Laboratorio de Sanidad de Sevilla, y del Área de Protección a los Cultivos de Valencia, detectaron síntomas sobre las hojas de los cultivos de patata temprana que pueden atribuirse al efecto de los niveles ambientales de ozono. Ambos laboratorios descartaron que dicha sintomatología fuera producida por agentes patógenos, por carencias, por prácticas agronómicas incorrectas o por deficiencias en el material vegetal de origen. Simultáneamente, en el campo experimental que la Fundación CEAM tiene en la granja ecológica de La Peira (Benifaió, Valencia), se llevó a cabo una experiencia con patata sometiéndola a tres tratamientos ambientales diferentes con ozono: ambiente parcialmente libre de ozono (aire filtrado); niveles ambientales de ozono (aire no filtrado) y concentraciones ambientales enriquecidas con 40 ppb de ozono. Combinado estos tratamientos con dosis de estiércol crecientes (0 Kg, 3 Kg, o 6 Kg por metro lineal aplicado en el campo) como posible protector frente al estrés oxidativo producido por el ozono. Entre los resultados obtenidos cabe destacar que: los síntomas foliares observados en la experiencia resultaron iguales a los encontrados por los técnicos en las variedades cultivadas en el campo durante la misma campaña, que se observó una merma en la producción de patata al incrementar las dosis de ozono, así como en el tamaño de las plantas, y que se observó una amplia distribución de los daños causados por el ozono en ambas regiones, la Comunidad Valenciana y la Cuenca del Guadalquivir.

INTRODUCCIÓN

El ozono es un contaminante de tipo regional, que en la actualidad está muy extendido en amplias zonas del continente europeo. En los últimos años su concentración en las capas bajas de la atmósfera ha ido aumentando a niveles suficientes para dar lugar a cambios fisiológicos y bioquímicos en los vegetales que pueden llegar a afectar la productividad de los mismos. Sus concentraciones más elevadas se producen en las áreas rurales que circundan los grandes núcleos urbanos o zonas industriales (a cierta distancia de éstas, no en ellas), situación que suele ocupar la agricultura intensiva en nuestras latitudes. Este contaminante puede ser considerado en cierta manera un factor más que puede contribuir o propiciar cambios en los organismos y como consecuencia en los ecosistemas (o agrosistemas). Considerando los daños directos (véase la reducción de la producción en cultivares sensibles), en el último documento de recopilación sobre el ozono editado por la EPA (EPA, *Criteria Document, Fotooxidants*, 1996) se mencionan todos los estudios económicos sobre la evaluación de pérdidas atribuibles a este contaminante realizados en EE.UU. hasta 1990, evidenciando que las pérdidas económicas pueden ser importantes.

La concentración de ozono troposférico de la Cuenca Mediterránea se ha incrementado alcanzando niveles que, especialmente durante la primavera, pueden considerarse fitotóxicos, ya que superan el umbral marcado por la Unión Europea para la protección a la vegetación en su directiva vigente (AOT40 de 17.000 mgr/m^3 de abril a junio, esta última en vigencia). Los niveles críticos de ozono se superan ampliamente en diversos puntos de la Comunidad Valenciana (SANZ y col., 1999), debido a las especiales condiciones meteorológicas y de recirculación de masas de aire en la Cuenca Mediterránea (MILLÁN y col., 1993; MILLÁN y col., 1997). Todas estas evidencias confirman que los fotooxidantes, y especialmente el ozono, se muestran como un problema que afecta a toda la cuenca del Mediterráneo, coincidiendo su incremento con la industrialización de la cuenca occidental mediterránea (SANDRONI y col., 1994). Además, recientemente algunos de los daños aparecidos en la horticultura (REINERT y col., 1992; GIMENO, 1998; GIMENO y col., 1995; PORCUNA, 1997; JIMÉNEZ y col., 2001; SANZ y col., 2001a; SANZ y col., 2002a; PORCUNA y col., 2002) y la vegetación natural en el área mediterránea se han podido relacionar directamente con las elevadas concentraciones de este contaminante (DAVISON y col., 1995; VELISSARIO y col., 1992; SKELLY y col., 2001; SANZ y col., 2000; SANZ y col., 2001b). Es por ello que la hipótesis de que algunos problemas fitosanitarios que se han acentuado últimamente en la Comunidad Valenciana podrían estar de alguna manera relacionados también con esta problemática, especialmente en el caso de las virosis (PORCUNA, 1997; SANZ y col., 1997; PORCUNA y col., 1999), cada vez toma más cuerpo.

La patata es un cultivo que se ha mostrado relativamente sensible al ozono (PELL y col., 1980; CLARKE y col., 1990; BURKE y col., 2001; LAWSON y col., 2001), mostrando reducciones significativas de su producción con concentraciones moderadamente altas de ozono (60 ppb como promedio de 8 h durante su período de crecimiento, DE TEMMERMAN y col., 2000), concentraciones que se encuentran con cierta frecuencia en el este peninsular (MILLÁN y col., 2002), la Cuenca de Madrid (SANZ y col., 2002c) y la Cuenca del Guadalquivir (SANZ pers. com.). En los últimos años ciertos daños en la parte vegetativa de diversas variedades de patata se han venido observando para los que los técnicos fitosanitarios de la Comunidad Valenciana y Andalucía no han encontrado ninguna causa (PORCUNA y col., 2002). En este trabajo se relaciona estos daños con un efecto directo del ozono, postulándose los daños visibles en hojas como una herramienta útil para detectar otros problemas como son descenso en la producción de

tubérculos, que se ha demostrado en exposiciones controladas de este contaminante (CALVO y col., 2002, en este mismo volumen).

DAÑOS VISIBLES INDUCIDOS POR EL OZONO

Exposiciones controladas: Para confirmar que los daños visibles que se habían venido observando en las hojas de patata durante la primavera (PORCUNA coms. pers.) se debían a concentraciones fitotóxicas de ozono ambiental, se diseñaron una serie de ensayos y prospecciones entre el Área de Protección de los Cultivos de Valencia y la Fundación CEAM (ver CALVO y col., 2002 en este volumen). El objeto del ensayo era estudiar si la sintomatología que provocaba las concentraciones ambientales de ozono correspondían con los daños que se apreciaban en campo, ver cómo incidían las diferentes concentraciones de ozono en la producción, y al mismo tiempo valorar la capacidad de la materia orgánica para inducir a la planta resistencia frente al estrés oxidativo producido por el ozono. Los daños por ozono inducidos por la exposición a concentraciones ambientales y/o elevadas de este contaminante se identifican como punteaduras necróticas de color marrón (*browning*) que pueden llegar a ocupar la mayor parte del foliolo (Figura 1). Estas manchas pueden aparecer tanto en el haz como en el envés. Las primeras necrosis se observan tanto en el ápice como en la base del foliolo cerca del nervio central y entre los nervios secundarios. Cuando los síntomas son muy agudos se observa un enrrollamiento y marchitamiento de las hojas.

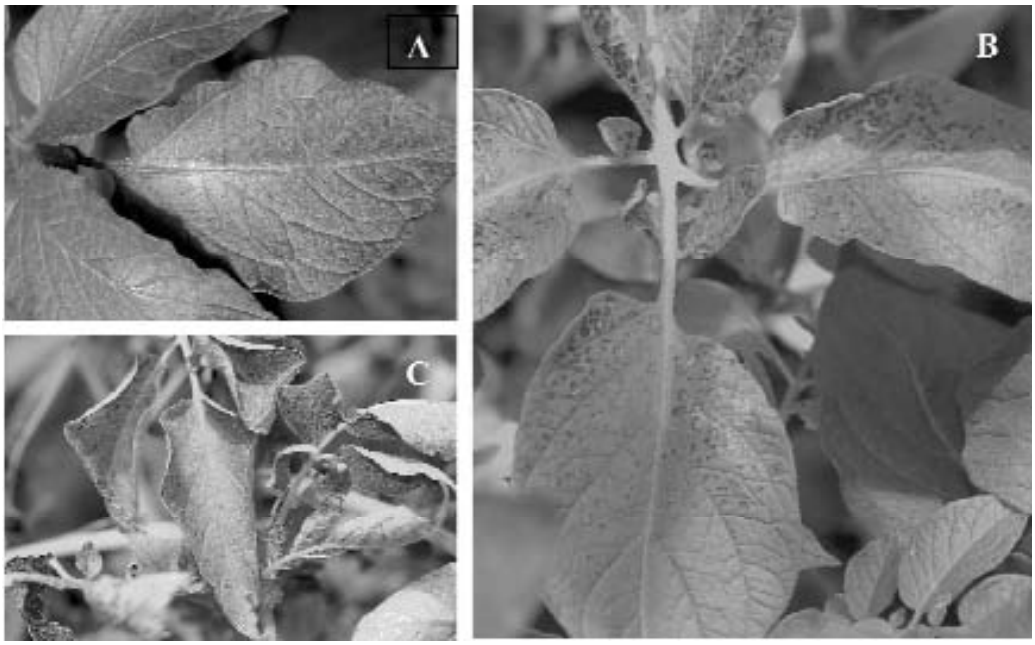


Figura 1. *Daños visibles en la variedad de patata «Desireé» inducidos por ozono en exposiciones controladas según Calvo y col. 2002 (en este volumen). A) inicio de los daños; B) daños agudos; C) daños muy agudos*

Daños observados en campo: Durante las últimas campañas (Tabla I y II) se han observado durante la primavera en los cultivos de patata temprana, distintos tipos de síntomas caracterizados por necrosis en forma de punteaduras en las hojas inferiores de los cultivos más precoces, alcanzando en muchos casos a las hojas situadas en la parte media y alta de las plantas. Dicha alteración se ha detectado tanto por el litoral mediterráneo como en el Valle del Guadalquivir, configurándose así una alteración distribuida a lo largo de la costa de la península ibérica y que puede penetrar hacia el interior por los valles. Este patrón de distribución espacial se puede observar en el caso de la Comunidad Valenciana en la Figura 2. Dicho moteado, conocido en el Valle del Guadalquivir como «Gangrena menuíta», se caracteriza por la aparición de puntos necróticos en las hojas. Dichas manchas necróticas son pequeñas al principio y generalmente aumentan de tamaño, pudiendo llegar a unirse en muchos casos, formando otras mayores. Los primeros síntomas pueden aparecer en el haz o en el envés de las hojas inferiores de cultivos en fase avanzada de tuberificación (es decir, hacia el final del cultivo). Posteriormente, los daños acaban haciéndose muy visibles tanto en el haz como en el envés de las hojas y comienzan a aparecer también en hojas de la parte media y alta de la planta.

Tabla I. Variedades prospectadas en Andalucía y Valencia respecto a la aparición de daños visibles como los inducidos por Calvo y col. 2002, y la sensibilidad relativa de 28 variedades

	RESISTENCIA-SUSCEPTIBILIDAD	
VARIEADAD	Campaña 98-99	Campaña 00-01
Accord	-	S
Agria	MS	-
Anais	-	MR
Argos	-	R
Bartina	MR	MR
Belleza	-	MR
Bimonda	S	-
Cantante	R	-
Carlita	-	MR
Cicero	-	S
Cupido	-	MS
Derby	-	R
Duchesse	-	S
Elodie	-	MS
Fabula	R	MR
Frisia	¿MS?	R
Harmondy	-	R
Horizon	-	S
Inca	R	-
Justine	-	MR
Lorette	-	R
Mayka	MR	-
Mondial	R	-
Nicola	MS	-
Rodeo	-	S
Spunta	S	MS
Whinston	-	R
Xantia	MR	MR

Grado de resistencia a la "Cangrena menuita" en 28 variedades en campo en la Cuenca del Guadalquivir: **MR**-muy resistente, **R**-resistente, **S**-susceptible, **MS**-muy susceptible.

Tabla II. Variedades prospectadas por técnicos del Área de Protección de los Cultivos de Valencia y la Fundación CEAM en un ensayo varietal de patata que se llevó a cabo en el 2002 en el campo experimental de Poble Nou (Valencia)

Variedades en Poble Nou

Variedad	% Planta afectada	Basal (*1)	Intermedia (*1)	Jóven (*1)	Sensibilidad
Kondor	100	20-30	10	5	Media
Bartina	66	10	5	0	Baja
Monalisa	100	40	20	15	Alta
Safrane	66	40	20	0	Alta
Vivaldi	100	40	25	15	Muy Alta
Escort	66	10	5-0	0	Muy Baja
Obelix	66	10	5	0	Baja
Florice	66	15	10	0	Media
Provento	66	15	10	0	Media

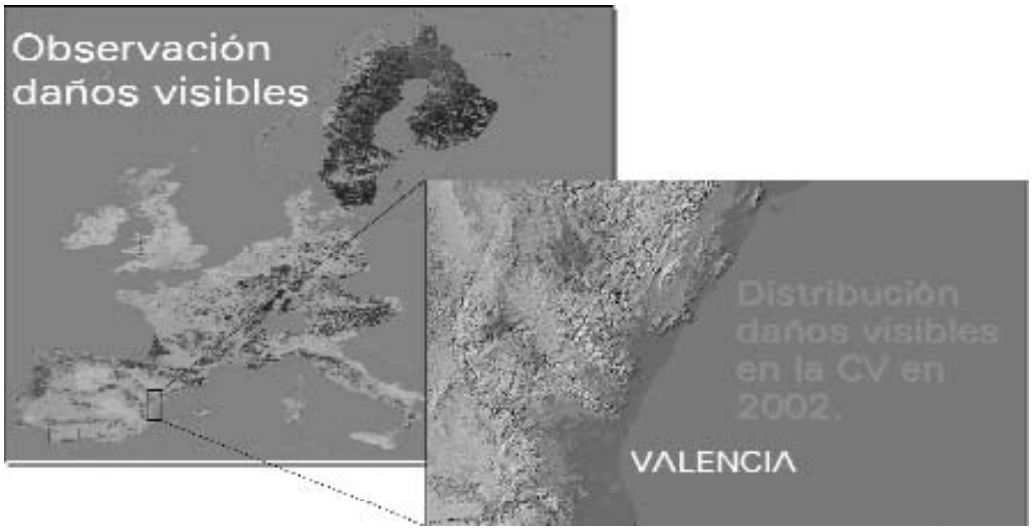


Figura 2. *Distribución de los daños visibles en diversas variedades de patata durante el año 2002 en España, con especial énfasis en la Comunidad Valenciana*

var. Safrane (haz y envés) var. Kondor var. Vivaldi

Figura 3. *Daños visibles en patata observados en campo en Valencia en diferentes variedades durante la campaña de 2002*

Tanto en los estudios encaminados a dilucidar la causa de estos daños, realizados por el Área de Protección de los Cultivos de Valencia, como en los del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla se descartó que dicha sintomatología fuera debida a hongos fitopatógenos, bacterias o virus. Posteriormente fue descartada la posibilidad de carencia de nutrientes o problemas ligados al manejo del agua, ya que aparecía en parcelas con muy distintos tipos de suelos y con estrategias de fertilización diferentes. Por último se descartó también cualquier problema de calidad del material vegetal al aparecer la alteración en distintas variedades procedentes de diferentes casas productoras de semillas. No obstante se observaba en el desarrollo de la alteración un nítido efecto varietal que resumimos en la Tabla I para las variedades prospectadas en Andalucía y en la Tabla II para las variedades prospectadas en un ensayo de productividad en Poble Nou (Valencia). Estos síntomas finalmente fueron reproducidos en exposiciones controladas con ozono en el Campo Experimental de la Fundación CEAM en Benifaió (ver CALVO y col., 2002 en este volumen).

CONCLUSIONES

Se ha podido verificar que los daños en la parte vegetativa de diferentes variedades de patata que se vienen observando en ciertas zonas de la Península Ibérica que hasta el momento no habían podido atribuirse a ninguna causa conocida, se deben a la presencia de concentraciones fitotóxicas de ozono. Revelándose la aparición de estos síntomas en este cultivo como una herramienta para la detección de áreas con concentraciones elevadas de ozono y posibles problemas en otros cultivos, existiendo una clara diferencia en la sensibilidad de más de 30 variedades prospectadas en Andalucía y la Comunidad Valenciana entre 1998 y 2002. En este sentido, en experiencias controladas de exposición al ozono (CALVO y col., 2002 en este volumen) se ha constatado que la aparición de daños visibles no es la única consecuencia en el desarrollo de la planta, también el crecimiento de las plantas y la producción de tubérculos.

La extensión de los daños abarca amplias zonas que corresponden a potenciales zonas con elevadas concentraciones de ozono según estudios previos sobre la dinámica de la contamina-

ción atmosférica por fotooxidantes para la Península Ibérica y la Cuenca Mediterránea (MILLÁN y col., 1997, 2002).

Un estudio más detallado en posteriores campañas de la distribución de daños y variabilidad interanual en su intensidad puede ser de gran utilidad para determinar el riesgo potencial que para este cultivo existe bajo las concentraciones de ozono actuales en diferentes áreas. En resumen, la patata, y en especial algunas variedades como «Desireé», pueden ser utilizados como bioindicadores de la presencia de concentraciones fitotóxicas de ozono en España.

BIBLIOGRAFÍA

BURKE, J.I.; FINNAN, J.M.; DONNELLY, A.; JONES, M.B. (2001). The effects of elevated concentrations of carbon dioxide and ozone on potato yield. 24pp European Union Europena Agricultural Guidance and Guarantee Fund.

CLARKE, B.B.; GREEMHALGH-WEIDMAN, B.; BRENNAN, E.G. (1990). An assessment of the impact of ambient ozone on field grown crops in New Jersey using the EDU method: part 1-white potato (*Solanum tuberosum*). *Environmental Pollution* 66, 351-360.

DAVISON, A.W.; VELISSARIOIU, D.; BARNES, J.D.; GIMENO, B.S.; INCLAN, R. (1995). The use of aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) as a bioindicator of ozone stress in Greece and Spain.Bioindicators of Environmental Health.SPB, Acaddemic Publ. Amsterdam.

DE TEMMERMAN, L.; BINDI, M.; CRAIGON, J.; FANGMEIER, A.; HACOUR, A.; PLEIJEL, H.; VANDERMEIREN, K.; VORNE, V.; WOLF, J. (2000). Final Report Changing Climate and Potential Impacts on Potato Yield and Quality.

EPA. Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants: volume II of III. Office of research and development. National Environmental Publications Information (1996).

GIMENO, B.S. (1998). Efectos del ozono sobre cultivos del Levante español. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral (inéd.).

GIMENO, B.S.; PEÑUELAS, J.; PORCUNA, J.L.; RAINERT, R.A. (1995). Biomonitoring ozone phytotoxicity in Eastern Spain. *Journal of Water, Air and Soil Pollution*, 85: 1.521-1.526.

JIMÉNEZ, A.; CALVO, E.; MARTÍN, A.; PORCUNA, J.L.; SANZ, M.J. (2001). Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate. *Agrícola Vergel*, 231, 141-150.

LAWSON, T.; CRAIGON, J.; BLACK, C.R.; COLLS, J.J.; TULLOCH, A.M.; LANDON, G. (2001). Effects of elevated carbon dioxide and ozone on the growth and yield of potatoes (*Solanum tuberosum*) grown in open-top chambers. *Environmental Pollution* 111, 479-491.

MILLÁN, M.; SALVADOR, R.; MANTILLA, E.; KALLOS, G. (1997). Photoxidants Dynamics in the Mediterranean Basin in Summer: Results from European Research Projects. *J. of Geophysical Research-Atmospheres* 102(d7): 8.811-8.823.

MILLÁN, M.M.; SANZ, M.J.; SALVADOR, R.; MANTILLA, E. (2002). Atmospheric dynamics and ozone cycles related to nitrogen deposition in the western Mediterranean. Environmental Pollution. 118, 167-186.

MILLÁN,M.M.; ARTIÑANO, B.; ALONSO, L.A.; CASTRO, M.; FERNÁNDEZ-PATIER, R.; GOBERNA, J. (1993). Meso-meteorological cycles of air pollution in the Iberian Peninsula (MECAPIP). Air Pollut. Res. Rep. 44, EUR 14834, Eur. Comm. Brussels, 1992.

PELL, E.J.; WEISSBERGER, W.C.; SPERONI, J. (1980). Impact of ozonoe on quantity and quality of greenhouse-grown potato plants. Enviromental Science Technology 4, 163-172.

PORCUNA, J.L.; GIMENO, B.; SANZ, Mª J.; OCON, C.; JIMÉNEZ, A. (1999). La contaminación de ozono tropoférico de los cultivos en el litoral mediterráneo. *Boletín Vida Sana,* 3, 48-54.

PORCUNA, J.L. (1997). El ambiente y la predisposición de las plantas de tomate a la infección de dos virosis en levante español. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Inédita.

PORCUNA, J.L.; SANZ, M.J.; CALVO, I.; CALVO, E.; JIMÉNEZ, A.; MARTÍN, C.; ESCRIVÁ, C.; VEGA, J.M.; ORTEGA, M.G.; MORERA, B.; MONTES, F.; PAEZ, J. (2002). Los fotooxidantes y los daños en patata en la cuenca mediterránea occidental. *Phytoma España* (en prensa).

REINERT, R.; GIMENO, B.S.; SELLERAS, J.M.; BERMEJO, V.; OCHOA, M.J.; TARRUEL, A. (1992). Ozone effects on watermelon plants at the Ebro delta (Spain). *Syntomatology. Agriculture, Ecosystems and Environment,* 38: 41-49.

SANDRONI, S.; BACCI, P.; BOFFA, G.; PELLEGRINI, U.; VENTURA, A. (1994). Tropospheric ozone in the pre-alpine and alpine regions, In Proccedings of the European Symposium: Physicochemical Behaviour of Atmospheric Pollutants, Varese, Italy, October 18-22, 1993. Edited by G. Angeletti and G. Restelli, Rep EUR 15609/1 EN. Eur. Comm. Luxemburg, 1994.

SANZ, M.J.; PORCUNA, J.L.; JORDÁ, C.; MARTÍN, C.; CÁMARA, P.V.; JIMÉNEZ, A.; CALVO, E.; CALATAYUD, V. (1997). Galia type Muskmelon (var. «Yuppi»). Submitted to l Tecnical Woorkshop on Ozone Pollution in Southern Europe. Valencia.

SANZ, M.J.; CARRATALÁ, A.; MANTILLA, E.; DIÉGUEZ, J.J.; MILLÁN, M.M. (1999). Daily ozone patterns and AOT40 index on the east coast of the Iberian Peninsula. *Annales Geophysicae*.

SANZ, M.J.; CALATAYUD, V.; CALVO, E. (2000). Spatial pattern of ozone injury in Aleppo pine related to air polution dynamics in a coastal-mountain region of eastern Spain. *Environmental Pollution*, 108: 239-247.

SANZ, M.J.; MARTIN, C.; CALVO, E.; CÁMARA, P.V.; JIMÉNEZ, A.; PORCUNA, J.L. (2001a). Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos I. Phytoma España, 131: 14-26.

SANZ, M.J.; SANZ, F.; SÁNCHEZ, G. (2001b). La detección de contaminantes atmosféricos en los bosques: Los dosímetros pasivos como indicadores de la calidad del aire: Actas del III Congreso Forestal español: 537-543.

SANZ, M.J.; PORCUNA, J.L.; CALVO, E.; MARTÍN, C. (2002a). Artichoke cultivars (var. «Blanca de Tudela») under elevated ozone concentrations. *The ScientificWorld*, en prensa.

SANZ, M.J.; SÁNCHEZ, G.; CALATAYUD, V.; MINAYA, M.T.; CERVERÓ, J. (2002b). La Contaminación Atmosférica en los bosques. Guía para la identificación de daños visibles causados por ozono. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, 2001, 163 pp. (ISBN: 84-8014-362-2).

SANZ, M.J.; SANZ, F.; SÁNCHEZ, G. (2002c). Spatial and annual temporal distribution of ozone concentrations in the Madrid Basin using passive samplers. The ScientificWorld, en prensa.

SKELLY, J.M.; INNES, J.L.; SAVAGE, J.E.; SNYDER, K.R.; VANDERHEYDEN, D.; ZHANG, J.; SANZ, M.J. (1999). Observation and confirmation of foliar ozone symptoms of native plant species of Switzerland and Southern Spain. Water and Air Soil Pollution 116: 227-234.

VELISSARIOU, D.; DAVISON, A.V.; BARNES, J.D.; PFIRMANN, T.; HOLEVAS, C.D. (1992). Effects of air pollution on *Pinus halepensis* Mill. Pollution levels in Attica, Greece. *Atmospheric Environment* 26(3), 363-380.

Estudio de la eficacia de la materia orgánica como protector frente al ozono en el cultivo de la patata

I. CALVO[1], M.J. SANZ[1], E. CALVO[1], A. JIMÉNEZ[2], C. MARTÍN[1], J.L. PORCUNA[2]

[1] Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Parc Tecnològic, C/ C. R. Darwin, 14. 46980 Paterna, València. e-mail: *mjose@ceam.es*

[2] Área de Protección de los Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Apartado 125 Silla, Valencia.

RESUMEN

La concentración de ozono alcanza niveles fitotóxicos en las zonas costeras del oeste mediterráneo desde la primavera hasta el otoño, período en el que se cultiva la patata. Este trabajo se ha llevado a cabo para probar el efecto protector frente al ozono de un producto biológico como la materia orgánica y comprobar, igualmente, si es posible un aumento en el crecimiento y productividad del cultivo de la patata. Para ello, la variedad «Desireè» ha sido sometida a 3 ambientes diferentes: aire ambiente filtrado (F), aire ambiente no filtrado (NF) y aire ambiente no filtrado enriquecido con 40 ppb de ozono (NF+40), combinados a su vez con tres dosis de estiércol distintas: 0,3 y 6 Kg/m lineal. Los resultados indican que la reducción en la biomasa aérea de las plantas que se han desarrollado sin empleo de materia orgánica es significativamente diferente al crecimiento de plantas cultivadas sobre una dosis de 6 Kg de estiércol, siendo del orden de un 35% para un ambiente filtrado, 57% para un ambiente con altas concentraciones de ozono y 62% en un tratamiento ambiente no filtrado. La dosis de 6 Kg de estiércol retrasa la aparición de síntomas foliares en las plantas de patata y compensa las pérdidas de biomasa y producción en los ambientes con niveles elevados de ozono, revelándose como una alternativa eficaz para paliar el estrés oxidativo en el cultivo de la patata.

INTRODUCCIÓN

Las concentraciones de ozono troposférico han experimentado un incremento en la zona mediterránea sobre todo en las últimas décadas, alcanzándose niveles fitotóxicos desde la primavera hasta el otoño (MILLÁN y col., 1993 y 2000). Paralelamente a este aumento, en la cuenca mediterránea se han llevado a cabo diferentes estudios en diferentes cultivos que presentan una gran sensibilidad a este contaminante como el tabaco o la sandía (LORENZINI y col., 1986; VELISSARIOU y col., 1992; GIMENO y col., 1995; SANZ y col., 2001).

El ozono causa senescencia foliar prematura en muchas especies (ECKART y col., 1995). A nivel enzimático, esta senescencia foliar en el cultivo de la patata está asociada a la disminución,

también prematura, en la cantidad y actividad de la ribulosa-1,5-difosfato carboxilasa/oxigenasa (rubisco) (PELL y col., 1992; ECKART y col., 1995). Estudios en distintos cultivos han demostrado que el ozono provoca una disminución en la biomasa y en la producción (PELL y col., 1988; GIMENO y col., 1995; SNYDER y col., 1991). Por ejemplo, Hertstein y col. (1995) estimaron que las pérdidas en la producción, como resultado de la exposición al ozono, han aumentado desde un 0,1% antes de la aparición de la industria hasta un 32,6% con los niveles actuales, a pesar de que las pérdidas dependen en gran medida de las variedades.

Todos estas evidencias hacen necesaria la búsqueda y desarrollo de herramientas que protejan a las plantas frente a éste y otros estreses oxidativos. Por ejemplo, el EDU (*ethylene diurea*) es un compuesto químico que desde su introducción en 1978 (Carnahan y col.) despertó un gran interés como antioxidante para proteger a las plantas del ozono, pero sus mecanismos de protección son bastante desconocidos (GODZIK y col., 1998; CHAMEIDES y col., 1994). Además, puede tener efectos muy perjudiciales para la planta si su dosificación no es apropiada. Todas estas incertidumbres han causado críticas sobre su utilidad como herramienta para paliar los efectos fitotóxicos del ozono.

Dentro del marco de la agricultura ecológica disponemos de una alternativa más antigua, natural y con menos efectos negativos para el agroecosistema como es el uso de la materia orgánica. Estudios previos indican que la combinación del ambiente de semillero con la dosis de estiércol adecuada mejora la respuesta de las plantas de tomate cultivadas al aire libre frente a las virosis (JIMÉNEZ y col., 2001). En el caso del cultivo de la patata no se han encontrado referencias sobre el uso del estiércol como tratamiento paliativo de los efectos del ozono. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es estudiar la respuesta de la variedad de patata Desireè a las fumigaciones con ozono cuando ha sido cultivada empleando distintas dosis de materia orgánica (m. o.) en el suelo y de este modo poder probar la eficacia antioxidante de este producto natural.

METODOLOGÍA

El campo experimental en el que se llevó a cabo el ensayo se encuentra en la granja ecológica La Peira Benifaió (0º24’48’’W, 39º16’43’’N) en la comarca de La Ribera, Valencia.

El cultivo se realizó en tres invernaderos de 5,20x4 m con una apertura cenital de 4x1,2m cubierta con una malla antiinsectos. El aire entra en el invernadero impulsado por motores de 0,5 C.V. y 2.500 rpm que se reparte por el túnel mediante un tubo de plástico perforado de 5,20 m de largo y situado en el centro del invernadero. Mediante unos filtros de carbón activo situados en los ventiladores, se consigue controlar los niveles de contaminante en el interior de los invernaderos. Los tratamientos ambientales fueron: aire ambiente filtrado (F), aire ambiente no filtrado (NF) y aire ambiente no filtrado enriquecido con 40 ppb de ozono (NF+40) suministrado durante 8 horas al día (8:00-16:00, hora solar), todos los días desde la fecha de emergencia (5/03/02). El ozono se forma a partir de oxígeno en un generador y es suministrado al túnel por un tubo de teflón. Las concentraciones de los contaminantes de cada uno de los invernaderos se midieron continuamente con un monitor DASIBI 1008 AH (O_3) y DASIBI 2108 (NO y NO_2).

Tubérculos madre de la variedad «Desireè» (n= 230) certificados, del mismo calibre y con las yemas sin brotar (no se realizó tratamiento previo para la brotación) se plantaron el 18 de enero

del 2002 directamente en el suelo. En éste se hicieron zanjas de 0,20x0,20 m en las que se enterraron 6, 3 y 0 (testigo) kilogramos de estiércol por metro lineal. El estiércol se produce en la propia granja La Peira y tiene una composición ovino-caprino 1:1. Después de plantar la patata se procedió al aporcado o acaballamiento, 18-20 cm de altura. Dentro de cada túnel hay 4 réplicas para cada dosis distribuidas al azar, lo que supone un total de 12 caballones por túnel. Cada uno de estos caballones tiene un marco de plantación de 0,9x0,3 m en los que se han distribuido estas dosis de estiércol. Cuando las plantas emergieron, se redujo a uno el número de tallos principales de cada tubérculo madre. Transcurridos 120 días desde la siembra, se realizó la cosecha. Se determinó el peso fresco y el peso seco (105 ºC, 24h) de tallos y hojas. Así mismo se pesaron y contaron los tubérculos de cada planta y después se agruparon por calibres siguiendo la siguiente escala: <30 mm, 30-50 mm y >50 mm (pequeñas, medianas y grandes, respectivamente).

Para el tratamiento estadístico de los resultados se realizó un análisis de la varianza con una probabilidad del 0.05% para probar el efecto de la materia orgánica y del ozono, así como la interacción entre los dos tratamientos. El paquete estadístico utilizado ha sido SPSS, Ver. 9.0 para Windows (SPSS Inc.).

RESULTADOS

Los daños por ozono se identifican como punteaduras necróticas de color marrón (*browning*) que pueden llegar a ocupar la mayor parte del foliolo tras períodos largos de fumigación. Estas manchas pueden aparecer tanto en el haz como en el envés. Las primeras necrosis se observan tanto en el ápice como en la base del foliolo cerca del nervio central y entre los nervios secundarios. En principio, las necrosis parecen difusas pero a medida que las hojas van adquiriendo una coloración amarillenta se ven puntos perfectamente marcados. Cuando los síntomas son muy agudos se observa un enrollamiento y marchitamiento de las hojas (Figura 1). La evolución temporal del porcentaje de hojas dañadas aumenta a lo largo del tiempo en los tratamientos con

Figura 1. *Aspecto de las punteaduras necróticas observadas por el efecto del ozono en el haz de hojas maduras de la variedad Desiree*

Figura 2. *Aspecto de algunas plantas del invernadero con tratamiento NF+40 desarrolladas sobre 6, 3 y 0 kg de materia orgánica: (a) 76 días después de la siembra y (b) 107 días después*

ozono y varía en función de la cantidad de materia orgánica para cada uno de ellos (Figura 2). Ocho días después de iniciarse la fumigación aparecen los primeros daños en el túnel enriquecido con ozono en las réplicas con 0 Kg de estiércol que son las que mayor porcenaje de daños alcanzan. Días después, aparece el mismo tipo de daños en plantas cultivadas sobre 3 Kg y por último en las réplicas de 6 Kg. Tanto en el tratamiento filtrado como en el no filtrado se han observado síntomas debidos al ozono que han aparecido a los 85 y 75 días después de la siembra (*DAP*s) respectivamente y en distintos porcentajes según las dosis de estiércol repitiendo el patrón observado en el tratamiento fumigado (Figura 3).

Los valores más altos de biomasa aérea los obtenemos utilizando una dosis de 6 Kg de estiércol independientemente del tratamiento y los más bajos con dosis de 0 Kg en los tratamientos con ozono. En cuanto al peso seco de las hojas, 6 Kg compensa las diferencias entre los ambientes. Esto no sucede con una dosis de 3 Kg ya que hay diferencias significativas entre los tres tratamientos ambientales: F, NF y NF+40 ppb. Sin embargo, los 6 Kg de estiércol no parecen ser suficientes para compensar el efecto del ozono en el peso seco del tallo, encontrándonos diferencias significativas entre el tratamiento filtrado y el no filtrado (Figura 4).

La producción está muy condicionada por el tipo de combinación ambiente/estiércol. Para una dosis de 0 Kg existen diferencias significativas entre el tratamiento filtrado y el ambiente, siendo los tratamientos no filtrados los que menos producción presentan. En 3 Kg de estiércol hay el mismo número de tubérculos para los tres ambientes siendo las fumigadas y las no filtradas las que menos pesan. Finalmente, en el tratamiento de 6 Kg no se ven diferencias ni en el peso ni el número de los tubérculos.

Los valores de ozono, expresados como medias horarias para todos los días de cultivo, desde el 5 de marzo (inicio de la fumigación) hasta el 17 de mayo (final del cultivo), muestran que en el tratamiento filtrado se alcanzan niveles que superan las 40ppb, pero la media global de todo el período de cultivo es de 12ppb (Figura 6a). Las concentraciones ambientales en La Peira se representan por el tratamiento no filtrado, y como se aprecia en la Figura 6b, incluso superan las 50ppb durante el día, aunque su promedio global está en torno a las 20ppb. Finalmente, en el ambiente enriquecido con ozono las concentraciones son elevadas y se sitúan por encima de las 50ppb llegando a sobrepasar las 75 ppb en algunos días, el pro-

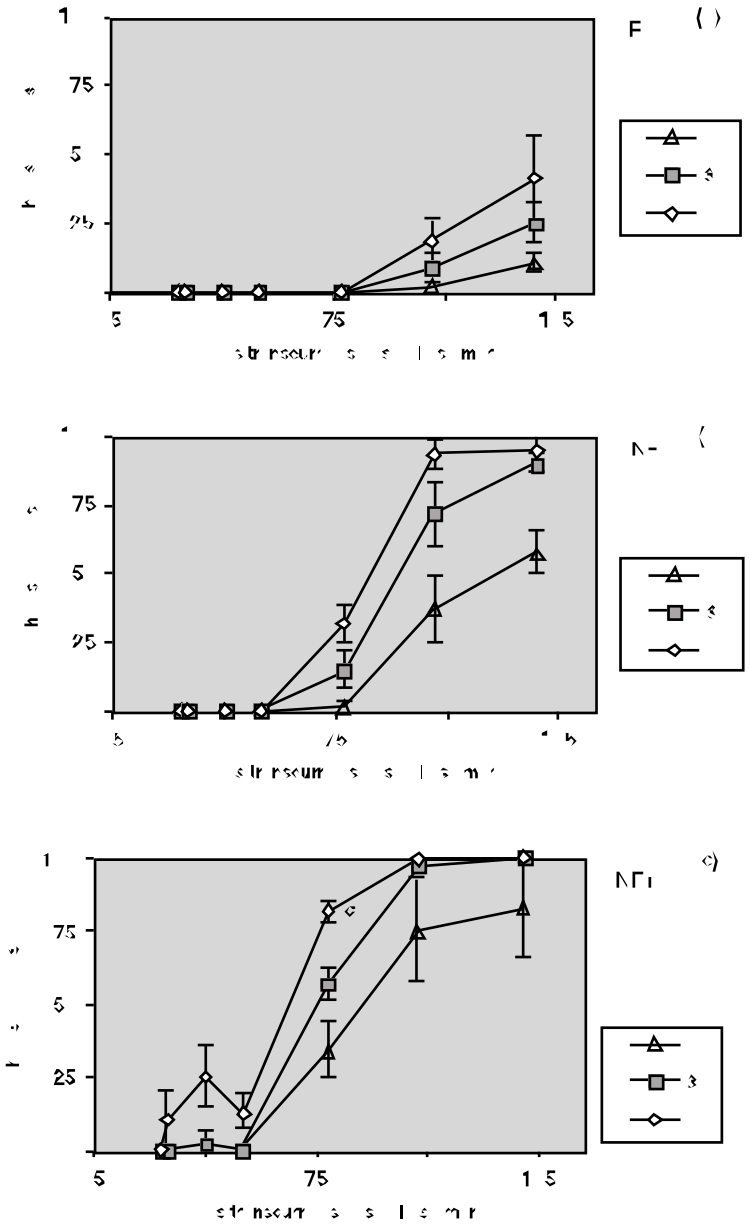


Figura 3. *Evolución temporal del porcentaje de planta dañada: las letras indican diferencias significativas en el efecto de las dosis de estiércol en cada fecha. (a) ambiente filtrado, F; (b) ambiente no filtrado y (c) ambiente no filtrado enriquecido con 40 ppb de ozono, NF+40 ppb a los 102 días de cultivo (ANOVA de una vía, P<0,05)*

medio para todo el período durante las horas de fumigación (desde las 8 hasta 16) es de 57ppb (figura 6c).

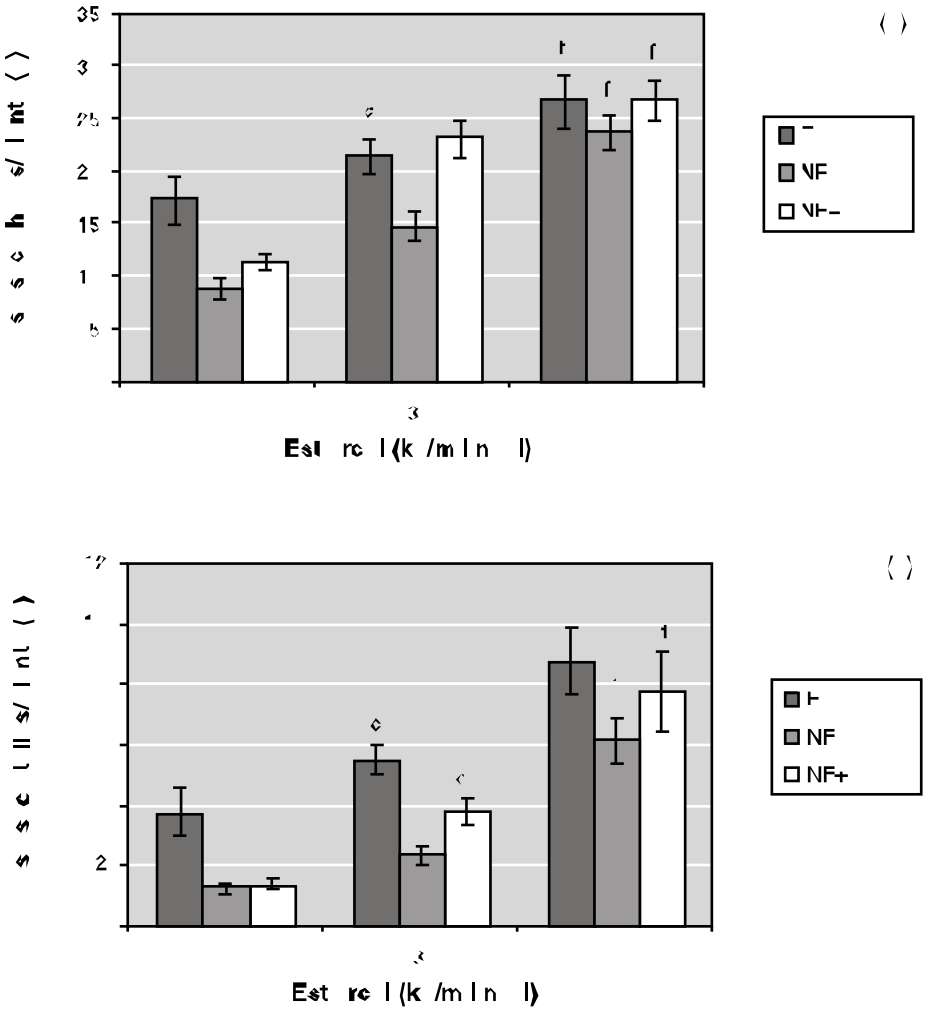


Figura 4. *Representación del peso seco (g) por planta de la parte aérea: (a) peso seco de las hojas, (b) peso seco de los tallos. Las letras sobre las barras de error indican las diferencias significativas entre los tratamientos ambiente para 0, 3 y 6 Kg de estiércol (ANOVA de una vía, P<0,05)*

DISCUSIÓN

El cultivo de la patata se desarrolla durante la primavera y el otoño, momento en el que aumentan las concentraciones de ozono (MILLÁN y col., 1993 y 2000). Precisamente en esta época en cultivos de patata desarrollados al aire libre, se han observado punteaduras necróticas en las hojas tanto en el haz como en el envés en las hojas más adultas alcanzando en muchos casos a las hojas jóvenes. Este moteado es muy similar a los daños foliares obtenidos en experiencias previas de fumigación con ozono en otras variedades de patata (DON-

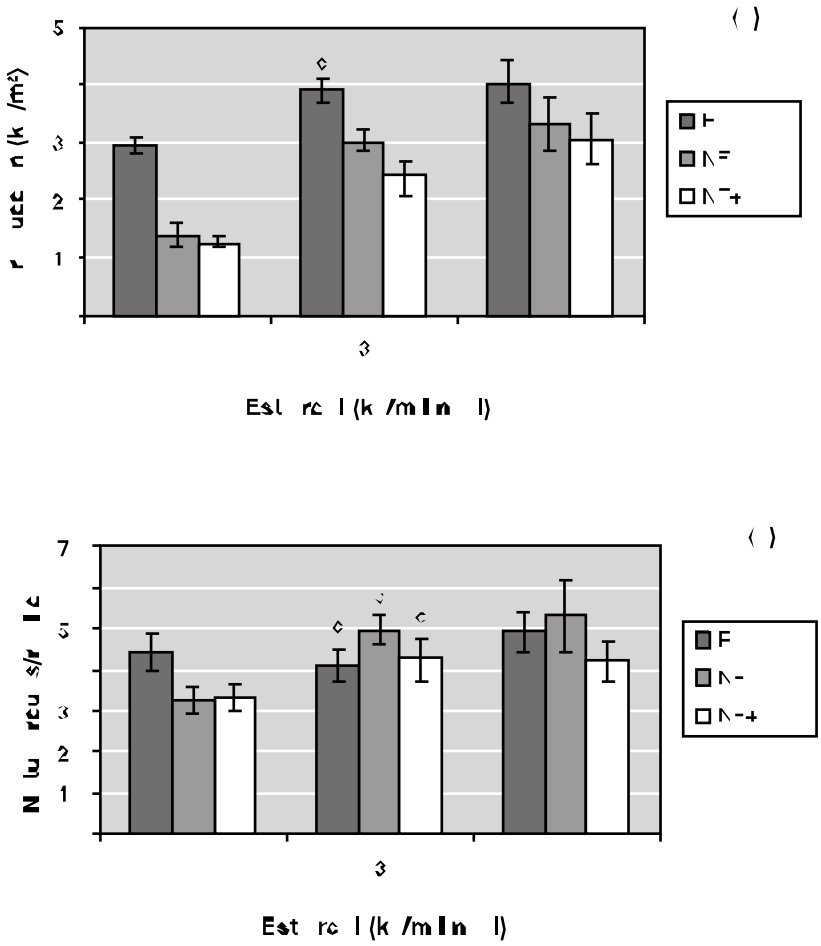


Figura 5. *Producción (Kg/m2) para cada tratamiento según dosis de estiércol: F, aire ambiente filtrado; NF, aire ambiente no filtrado; NF+40, aire ambiente no filtrado enriquecido con 40 ppb de ozono. Las letras sobre las barras de error indican las diferencias significativas entre los tratamientos ambiente para 0, 3 y 6 Kg de estiércol (ANOVA de una vía, P<0,05)*

NELLY y col., 2001) y también en la variedad Desiree (SANZ y col., 2001). Durante la campaña de 2002, técnicos del Área de Protección de los Cultivos de Valencia y del Laboratorio de Sanidad Vegetal de Sevilla observaron dichos síntomas en multitud de variedades de patata cultivada al aire libre y descartaron que esta sintomatología fuera debida a hongos fitopatógenos, bacterias, virus, carencias, o problemas ligados al manejo del agua (PORCUNA y col., 2002). Simultáneamente, en las experiencias de esta comunicación se observaron los mismos síntomas aparecidos en el campo en las plantas del invernadero con concentraciones ambientales de ozono (tratamiento no filtrado), demostrando que los niveles ambientales de ozono eran suficientemente elevados como para producir los mismos síntomas que en el tú-

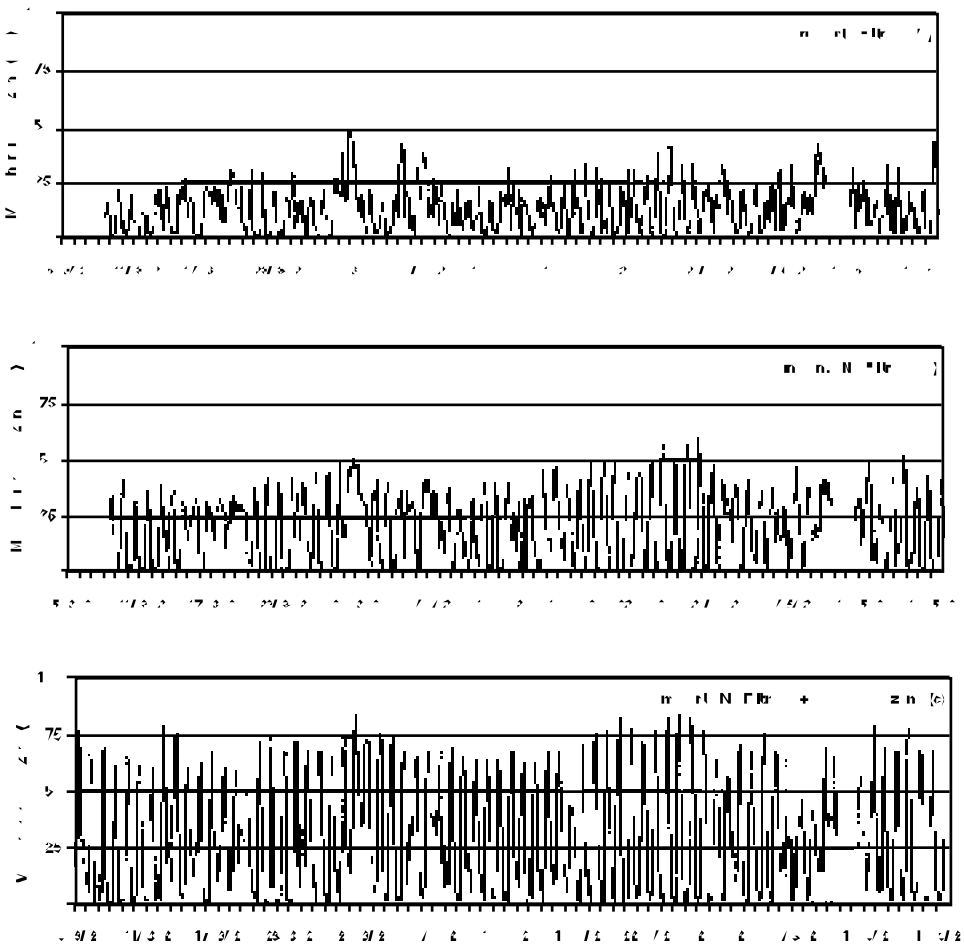


Figura 6. *Concentraciones medias horarias de ozono en los tres tratamietos ambientales, durante el periodo de cultivo, desde el 5 de marzo hasta el 17 de mayo. (a) ambiente filtrado, F; (b) ambiente no filtrado y (c) ambiente no filtrado enriquecido con 40 ppb de ozono, NF+40 ppb*

nel fumigado (Figura 6 a,b,c) y constatar que los observados en el campo durante esta misma campaña pueden deberse al efecto de este contaminante.

Uno de los factores que condiciona la aparición de los síntomas en el cultivo de la patata es el tiempo de exposición. En este estudio, además de observarse síntomas en los ambientes no filtrado y fumigado, también se han advertido con cierto retraso en las plantas del ambiente filtrado. De este modo queda reflejado que la patata Desiree es sensible no sólo a los niveles ambientales, sino también a concentraciones de ozono relativamente bajas pueden observarse síntomas en las hojas. Otra de las condiciones que modifica la respuesta de las plantas al ozono es la dosis de estiércol aplicada. Vemos que para un tratamiento no filtrado (niveles ambientales de ozono) incluso aplicando 6 Kg de materia orgánica en el suelo, casi el 60% de las hojas resultan

dañadas al final del cultivo, siendo significativamente diferente de 3 y 0 Kg que presentan daños en el 90% y 100% de sus hojas. Sólo en un ambiente filtrado se evita que la planta se dañe más del 50% y sin necesidad de materia orgánica.

A pesar de que en un ambiente con altas concentraciones de ozono, en las plantas se pueda ver dañado el 80% de la planta utilizando la dosis de estiércol más elevada, la producción, para esta cantidad de m.o. no se ve reducida si la comparamos con un ambiente prácticamente libre de ozono (F), es más, produce exactamente los mismos Kg/m^2 que las plantas cultivadas sobre 0 Kg de m.o. de un ambiente filtrado, que son 2,9 Kg/m^2. Figura 5 (a). Sin embargo, con 0 y 3 Kg de estiércol en los dos tratamientos no filtrados (NF y NF+40) las plantas presentan daños en prácticamente el 100% de sus hojas y tanto la producción como la biomasa se ve reducida aproximadamente un 57% en el tratamiento fumigado y un 51% en el no filtrado.

Es decir, a pesar de que la planta presenta un daño tan extendido, la productividad no se ve afectada. Foster y col. (1983a) y Lawson y col. (2001) observaron este mismo efecto, constatando que la productividad no se veía afectada a pesar de la presencia de daños foliares. Sin embargo, Clarke y col. (1990) observaron que la productividad disminuía en más de un 30% cuando el 75% del cultivo mostraba síntomas foliares bajo condiciones ambientales de ozono, aunque esta disminución sólo se observaba cuando se desarrollan síntomas foliares de media a alta severidad. De otro modo, otros estudios sobre defoliación por el escarabajo de Colorado indican que la patata no presenta pérdidas en la producción incluso cuando se ha defoliado más del 50% de la planta (HARE y MOORE, 1988).

En conclusión, una dosis de 6 Kg de estiércol retrasa la aparición de daños por ozono en la planta, del mismo modo que compensa las pérdidas de producción y de biomasa de las patatas. Por el contrario, una dosis de 3 Kg de estiércol no parece ser suficiente para paliar los efectos del ozono al menos en las condiciones ambientales de esta experiencia, aunque sí que retrasa la aparición de síntomas en las hojas de las hojas de las plantas. El uso del estiércol se revela como una alternativa ecológica eficaz para proteger a las plantas de patata de los efectos del ozono.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigación está apoyado económicamente por la Generalitat Valenciana (Consellería de Medio Ambiente y Consellería de Agricultura, Alimentación y Pesca) y Bancaixa. El trabajo presentado ha sido financiado por proyectos GV-C-AG-01-108-96 y ASS98-06-13, CEAM y SSCV de la GV.

BIBLIOGRAFÍA

CHAMEIDES, W.L.; KASIBHATA, P.S.; YIENGER, J.; LEVY, H. (1994). Growth of continental-scale metro-plexes, regional pollution and world food production. *Science*, 264, 74-77.

CLARKE, B.B.; GREEMHALGH-WEIDMAN, B.; BRENNAN, E.G. (1990). An assessment of the impact of ambient ozone on field grown crops in New Jersey using the EDU method: part 1-white potato (*Solanum tuberosum*). *Environmental Pollution* 66, 351-360.

DONNELLY, A.; CRAIGON, J.; BLACK, C.R.; COLLS, J.J.; LANDON, G. (2001). Elevated CO_2 increases biomass and tuber yield in potato even at high ozone concentrations. *New Phytologist*, 149, 265-274.

DONNELLY, A.; CRAIGON, J.; BLACK, C.R.; COLLS, J.J.; LANDON, G. (2001). Does elevated CO_2 ameliorate the impact of O_3 on chlorophyll content and photosynthesis in potato (*Solanum tuberosum*)? *Physiologia Plantarum* 111, 501-511.

ECKARDT, N.A.; PELL, E.J. (1995). Oxidative modification of Rubisco from potato foliage in response to ozone. *Plant Physiol. Biochem*., 33(3), 273-282.

FOSTER, K.W.; GUERARD, R.J.; OSHIMA, R.J.; BISHOP, J.C.; TIMM, H. (1983a). Diferential ozone susceptibility of centennial Russet and White Rose potato as demostrated by fumigation and antioxidant treatments. *American Potato Journal* 60, 127-139.

GIMENO, B.S.; SALLERAS, J.M.; PORCUNA, J.L.; REINERT, R.A.; VELISSARIOU, D.; DAVISON, A.W. (1995). *Water, Air and Soil Pollution* 85, 1.521-1.526.

GODZIK, B.; MANNING, W.J. (1998). Relative effectiveness of ethylenediurea, and constitutnt amounts of urea and phenylurea in ethylenediurea, in prevention of ozone injuri to tobacco. *Environmental Pollution*, 103, 1-6.

HARE, J.D.; MOORE, R.E.B. (1988). Impact and management of late-season populations of the colorado potato beetle (Coleoptera: Chysomelidae) on potato in Connecticut. *Journal of Environmental Entomology*, 81, 914-921.

HERSTSTEIN, U.; GRÜNHAGE, L.; JÄGER, H.J. (1995). Assesment of past, present and future impacts of ozone and carbon dioxide on crop yields. *Atmospheric Environment* 29, 231-239.

JIMÉNEZ, A.; CALVO, E.; MARTÍN, A.; PORCUNA, J.L.; SANZ, M.J. (2001) Estudio de la interacción entre el ozono y el desarrollo de las virosis en el cultivo del tomate. *Agrícola Vergel*, 231, 141-150.

LAWSON, T.; CRAIGON, J.; BLACK, C.R.; COLLS, J.J.; TULLOCH, A.M.; LANDON, G. (2001). Effects of elevated carbon dioxide and ozone on the growth and yield of potatoes (*Solanum tuberosum*) grown in open-top chambers. *Environmental Pollution* 111, 479-491.

LORENZINI, G.; PANATTONI, A. (1986). Atmospheric ozone levels in tuscany (central Italy) as monitores with indicator plants. *Environmental quality and ecosystem stability*, 3, 511-519.

MILLÁN, M.M.; MANTILLA, E.; SALVADOR, R.; CARRATALÁ, A.; SANZ, M.J.; ALONSO, L.; GANGOITI, G.; NAVAZO, M. (2000). Ozone cycles in the western Mediterranean basin: interpretation of monitoring data in complex coasta terrain. *Journal of applied Meteorology*, 39, 487-508.

MILLÁN, M.M.; ARTIÑANO, B.; ALONSO, L.A.; CASTRO, M.; FERNÁNDEZ-PATIER, R.; GOBERNA, J. (1993) *Meso-meteorological Cycles of Air Pollution in the Iberian Peninsula* (*MECAPIP*), *Air Pollution Research Report 44*, (EUR Nº 14834), European Commission DG XII/E-1, Rue de la Loi, 200, B-1040, Brussels, 1992.

NÚÑEZ, F.; LLÁCER, G. (2001). La horticultura española. SECH. Madrid, 491 pp.

PELL, E.J.; ECKARDT, N.; ENYEDI, J. (1992). Timing of ozone stress and resulting status of ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase and associated net photosynthesis. *New Phytol*. 120, 397-405.

PELL, E.J.; PEARSON, N.S.; VINTEN-JOHANSEN, C. (1988). Qualitative and quantitative effects of ozone and/or sulfur dioxide on field grown potato plants. *Environmental Science Technology* 14, 568-571.

PORCUNA, J.L.; SANZ, M.J.; CALVO, I.; CALVO, E.; JIMÉNEZ, A.; MARTÍN, C.; ESCRIVÁ, C.; VEGA, J.M.; ORTEGA, M.G.; MORERA, B.; MONTES, F.; PAEZ, J. (2002). Los fotooxidantes y los daños en patata en la cuenca mediterránea occidental. *Phytoma España* (en prensa).

ROUSSELLE, P.; ROBERT, Y.; CROSNIER, J.C. (1999). *La patata*. Ediciones Mundi-Prensa, 607 pp.

SANZ, M.J.; MARTÍN, C.; CALVO, E.; CÁMARA, P.; JIMÉNEZ, A.; PORCUNA, J.L. (2001). Daños visibles por ozono en distintos cultivos mediterráneos. *Phytoma* España, 131, 14-26.

SNYDER, R.G.; SIMON, J.E.; REINERT, R.A.; SIMINI, M.; WILCOX, G.E. (1991). Effects of air auality on growth, yield and quality of watermelon. *HortScience* 26 (8), 1.045-1.047.

WIEN, H.C. (1997). *The physiology of vegetable crops*. Chapter 8, 295-342. CABI Publishing, 662 pp.

VELISSARIOU, D.; DAVISON, A.W.; BARNES, J.D.; PFTRAMAN, T.; MACLEAN, D.C.; HOLMES, C.D. (1992). Effects of air pollution Pinus halepensis (Mill.): Pollution levels in Atica, Greece. *Atmos. Environ*. 36, 1-8.

Protección de los daños inducidos por los niveles de ozono troposférico en tomate mediante la reducción del riego

V. BERMEJO[1], B.S. GIMENO[1], J.L. PORCUNA[2]

[1] Ecotoxicología. Dpto. Ambiental de Impacto Ambiental de la Energía. CIEMAT. Av. Complutense, 22. 28040 Madrid.
[2] Dpto. de Hortalizas. Área de Protección de Cultivos. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, Generalitat Valenciana. Carretera de Alicante-Valencia Km 276,5. Apartado 125. 46460 Silla, Valencia.

RESUMEN

La costa este peninsular se encuentra afectada por un problema de contaminación regional por ozono troposférico, un problema de difícil solución al ser el ozono un contaminante secundario que no procede de una fuente emisora concreta sino de las transformaciones fotoquímicas de sus precursores, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Estas concentraciones de ozono, en una de las zonas más productivas de la península desde el punto de vista hortícola, señalan un riesgo fitotóxico para este tipo de cultivos que se clasifican entre las plantas más sensibles a este contaminante.

Se han propuesto diferentes antioxidantes, entre los que se encuentran fungicidas e insecticidas, cuya aplicación reduce el daño inducido por el ozono aunque, en general, se desconoce el mecanismo de acción de estos antioxidantes o su papel en esta protección.

En lugar de estos productos químicos, en este trabajo se propone la reducción del riego en determinados episodios de contaminación, como una práctica cultural que puede ayudar a reducir los efectos del contaminante. Puesto que el ozono se absorbe a través de los estomas, cualquier factor que provoque una reducción de la apertura estomática, como es el déficit hídrico, reduce el flujo de ozono hacia el interior de la planta y en consecuencia la intensidad del daño potencial del contaminante. Para apoyar esta propuesta se presentan los resultados experimentales encontrados al trabajar con una variedad sensible de tomate sometida de forma simultánea a un nivel de ozono elevado y riego reducido, respecto a los controles regados hasta capacidad de campo y bajo concentraciones de ozono menores. Todo el desarrollo experimental se ha llevado a cabo en el campo experimental de cámaras descubiertas ubicado en el delta del Ebro (Tarragona).

INTRODUCCIÓN

Los efectos negativos del ozono (O_3) en cultivos agrícolas se han documentado a través de los numerosos trabajos realizados desde los años 60 hasta la actualidad, siendo los cultivos hortíco-

las los más afectados por la exposición al contaminante (RUNECKLESS y CHEVONE, 1992; BUSE y col., 2000; FUMIGALLI y col., 2001).

El ozono troposférico es el contaminante atmosférico más ampliamente distribuido en la región mediterránea (GÜNSTEN y col., 1988; MARTÍN y col., 1991), su formación a partir de precursores como hidrocarburos y óxidos de nitrógeno está favorecida por los altos niveles de irradiación propios del clima de esta zona. Además, la circulación de los vientos característicos de la cuenca mediterránea favorece el transporte lejano de los precursores y del mismo ozono, provocando concentraciones elevadas de oxidantes fotoquímicos en zonas rurales alejadas de focos de contaminación (MILLÁN y col., 2002). Esta situación se repite de forma frecuente en las zonas costeras del este peninsular donde pueden registrarse concentraciones de ozono elevadas especialmente durante los meses de primavera y verano (GIMENO y col., 1999; ALONSO y col., 2001; MILLÁN y col., 2000), que sobrepasan de forma habitual las concentraciones ambientales de ozono establecidas por el Convenio de Ginebra y recogidas por la OMS para asegurar la protección de los cultivos agrícolas y la vegetación natural (KÄRENLAMPI y SKÄRBY, 1996; FUHRER y ACHERMAN, 1999; OMS, 1999).

La extensión y la intensidad de esta contaminación regional ha sido determinada a través de varios estudios de bioindicación en diferentes áreas de la cuenca mediterránea (MIGNANEGO y col., 1992; TONCELLI y LORENZINI, 1999) y más concretamente en la Península Ibérica (GIMENO y col., 1995; RIBAS y col., 1998). Al mismo tiempo, diversos trabajos han señalado pérdidas de producción inducidas por estas concentraciones ambientales de ozono en algunos cultivos de la costa del levante peninsular (REINERT y col., 1992; ELVIRA y col., 1992; BERMEJO y col., 1994, 2002; GIMENO y col., 1993, 1999).

En algunas ocasiones, para reducir el efecto fitotóxico de los oxidantes fotoquímicos, se ha propuesto la aplicación de determinadas sustancias antioxidantes entre las que se encuentran el *etilén-diurea* (GILLESPIE y col., 1998; RIBAS y PEÑUELAS, 2000), el ascorbato (FREEBAIRN y TAYLOR, 1960), compuestos anti-senescencia como la kinetina (RUNECKLES y RESH, 1975), antitranspirantes como el acetato fenilmercúrico (ADEDIPE y col., 1973) y fungicidas como el benomilo (MANNING y col.; 1977; CALATAYUD y BARRENO, 2001), la carbamida (CURTIS y col., 1975) y el ozobán (KUEHLER y FLAGLER, 1995). Aunque su eficacia ha sido comprobada en ocasiones, se desconocen de forma clara los mecanismos de acción de estas sustancias en el interior de la planta.

Otra opción posible para la reducción de los daños provocados por el ozono, menos agresiva, podría realizarse a través de la reducción del riego; al menos durante los períodos en los que se producen episodios de contaminación atmosférica elevada.

La respuesta de las plantas a los contaminantes atmosféricos se ve modificada de forma muy significativa por múltiples factores ambientales; entre éstos, el déficit hídrico ha sido calificado como el modificador más importante de la respuesta de una planta al ozono (revisiones en HEAGLE y col., 1988; RUNECKLESS y CHEVONE, 1992). Puesto que la principal vía de entrada del contaminante al interior de los tejidos vegetales se realiza mediante los estomas, la cantidad de ozono absorbido, y por tanto el grado de daño que sufra una planta, dependerá básicamente de su grado de apertura o cierre; por ello, en general, la sensibilidad de las plantas al ozono disminuye de forma inversa al grado de estrés hídrico que sufra.

En este trabajo se presenta la modulación encontrada por el tipo de riego empleado (hasta capacidad de campo o con déficit hídrico moderado) en los efectos que los niveles ambientales de ozono registrados en el delta del Ebro (Tarragona) provocan sobre la producción y el desarrollo de daños foliares de una variedad de tomate sensible al ozono.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toda la fase experimental se ha desarrollado en una instalación de cámaras descubiertas ubicada en la finca de explotación extensiva MIGJORN, S.A. en el margen derecho del delta del Ebro, Tarragona (40º 42' N, 0º 48'E). Se trata de una zona muy influenciada por su proximidad al mar, de marcado carácter rural, alejada de focos industriales o urbanos cercanos y dedicada al cultivo-extensivo de arroz y hortícolas de regadío.

Se utilizó como unidad experimental una adaptación de la cámara descubierta de tipo NCLAN (HEAGLE y col., 1973, 1979) diseñada específicamente para el estudio de pérdidas de producción en cultivos provocadas por los contaminantes atmosféricos (HECK y col., 1987). La estructura de las cámaras es la de un cilindro transparente de 3 m de diámetro y unos 3 m de altura dividido horizontalmente en dos paneles. El panel interior presenta una doble capa de plástico en cuya parte interior se abren orificios que permiten, impulsado por un motor exterior, la entrada del aire y su distribución uniforme hacia el interior de la cámara. A continuación, y siguiendo un flujo vertical, el aire es expulsado por la abertura superior de la misma. Un sistema de fumigación basado en un generador de ozono a partir de oxígeno puro permite trabajar en el interior de las cámaras con atmósferas que presentan niveles de ozono superiores a los del ambiente. Por otro lado, la interposición de filtros de carbón activo en la caja del motor que impulsa el aire hacia el interior de las cámaras, permite conseguir atmósferas libres del contaminante con una eficacia aproximada del 90%.

El sistema de muestreo y análisis del aire de la instalación permite conocer en continuo y de forma automática los niveles de ozono, óxidos de nitrógeno (NO_2 y NO) y dióxido de azufre (SO_2) a los que están sometidas las plantas en el interior de cada una de las cámaras mediante un seguimiento secuencial de la calidad del aire. Un sistema de adquisición de datos paralelo permite recoger información en continuo sobre parámetros meteorológicos como temperatura y humedad del aire y radiación solar PAR, dentro y fuera de las cámaras. Los detalles sobre la estructura y el diseño del campo experimental pueden consultarse en Pujadas y col. (1997) y Bermejo (2002).

Diseño experimental

Se trabajó con 3 tratamientos de ozono: aire libre de O_3 (tratamiento AF), aire con los niveles ambientales de ozono (tratamiento NF) y aire al que se ha añadido al nivel ambiente unas 40 ppb de ozono para conseguir una concentración cercana a los máximos valores medios horarios registrados en el área (tratamiento NF+). Se han empleado un total de 3 réplicas (3 cámaras) por tratamiento de ozono.

Se han considerado dos tratamientos de riego: el tratamiento control regado hasta capacidad de campo (CC) y un tratamiento de riego reducido (RR) que supuso una reducción del riego del 44% respecto al control. El volumen diario de agua aplicado a cada maceta se distribuyó entre dos riegos, uno por la mañana y otro por la tarde, para conseguir un buen estado de hidratación de las plantas, evitándose en todo momento el decaimiento de éstas. El control de la humedad de suelo se realizó manualmente mediante sondas P2Z del sistema TDR (*Time Domain Reflec - tometry*, TRIME *system*, IMKO GmbH, Ettlingen, Alemania), realizándose en diferentes días y horas a lo largo del día.

Material vegetal

Las semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* var. *Tiny Tim*) fueron sembradas en invernadero hasta su emergencia y 6 días después fueron transplantadas a macetas de 2 l y ubicadas en el interior de las cámaras descubiertas para el inicio de los diferentes tratamientos de ozono. El sustrato de siembra empleado fue: 44% de turba triturada, 24% de vermiculita y 32% de perlita abonado con 2,5 Kg/m^3 de un abono comercial de liberación lenta (3-4 meses, NPK: 16,8,12). Tras un período de adaptación de 7 días al transplante y a su nueva ubicación dentro de las cámaras, se inició el tratamiento de estrés hídrico en los distintos tratamientos de ozono. Se emplearon 7 plantas por tratamiento de riego en cada cámara y tres cámaras por tratamiento de ozono (21 plantas por tratamiento de riego y ozono). A los 32 días desde la emergencia se realizó un transplante a macetas de 6 l, empleando el mismo sustrato de siembra.

Parámetros analizados

Se realizó un seguimiento semanal de la presencia y extensión de síntomas específicos de ozono en las plantas, anotándose el porcentaje de hojas afectadas por planta. Estas evaluaciones fueron realizadas a los 4, 11, 18, 25 días desde el inicio de los tratamientos de ozono y riego de forma conjunta.

El análisis de producción se realizó a partir de una única cosecha recolectada a los 60 días desde el comienzo conjunto de los tratamientos de ozono y riego. Se contabilizó el número y peso fresco de frutos de 15 plantas por tratamiento, distinguiendo entre las siguientes categorías de frutos:

- Frutos rojos = frutos completamente maduros que han adquirido la coloración roja definitiva.
- II. Frutos verdes grandes = frutos que han alcanzado el tamaño definitivo pero no la coloración.
- III. Frutos verdes medianos = frutos de tamaño mediano que no han alcanzado ni el tamaño ni la coloración definitiva.
- IV. Frutos verdes pequeños = frutos que están iniciando su maduración de tamaño pequeño.
- V. Frutos totales = suma de los frutos de las clases anteriores.
- VI. Frutos totales comerciales = suma de las clases I y II.

Análisis estadísticos

Los efectos del O_3 y el estrés hídrico se han analizado de forma conjunta mediante un análisis de la varianza de doble vía utilizando como factores el tratamiento de O_3 y el tipo de riego. Para el análisis del desarrollo de síntomas foliares se incluyó también como factor de variación la edad de la planta. En caso de existir diferencias significativas ($p<0,01$ o $p<0,05$), se han determinado las diferencias entre las medias mediante el test de la menor diferencia significativa (LSD). Antes de realizar los ANOVAs se comprobó la normalidad de las varianzas mediante el test de Shapiro-Wilks y la homocedasticidad de las varianzas mediante el test de Levene, procediéndose, en su caso, a la transformación logarítmica o angular (arcosen $(x+1)^{0,5}$) de los datos. Los análisis estadísticos se han realizado mediante el software *Statistica* v.5.1.

RESULTADOS

Análisis de las concentraciones de ozono

En la Figura 1 se presenta el perfil diario medio de las concentraciones de O_3 durante el ciclo de cultivo para los diferentes tratamientos. La concentración media estacional del ambiente sobrepasa los 40 ppb entre las 8:00 y las 20:00 hora local, superándose de forma habitual el valor umbral de daño considerado para especies sensibles (KÄRENLAMPY y SKARBY, 1996). La concentración de ozono del tratamiento NF+ se ha mantenido como promedio estacional durante las horas centrales del día en valores cercanos a 80 ppb, consiguiéndose de esta forma una buena simulación de una atmósfera cercana a las concentraciones máximas horarias frecuentes en la zona. En el tratamiento AF los promedios estacionales no sobrepasan las 20 ppb, reproduciéndose adecuadamente una atmósfera con los niveles basales de O_3.

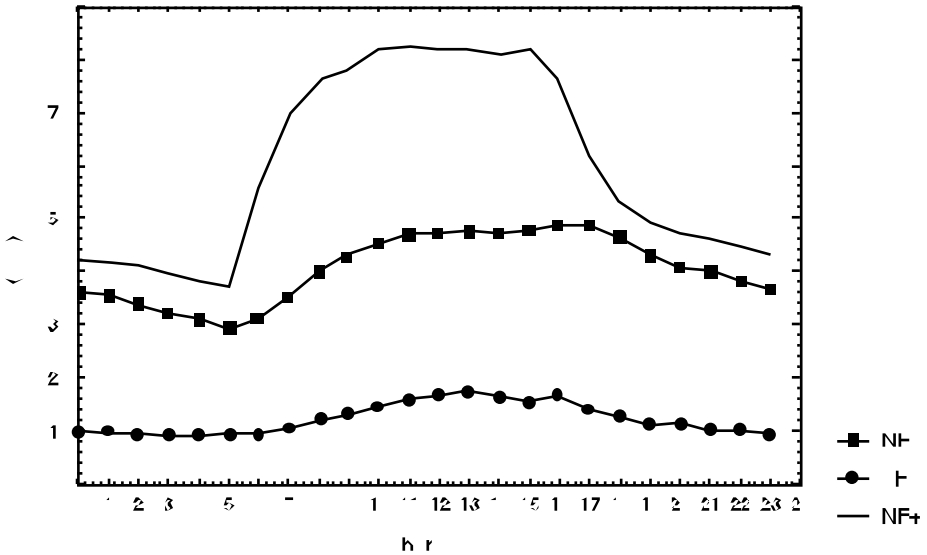


Figura 1. *Perfiles diarios medios de las concentraciones de O_3 durante el ciclo de cultivo para los diferentes tratamientos. AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado +40 ppb de O_3*

Al tiempo de la cosecha final el valor del índice de exposición acumulado AOT40 alcanzó el valor 6.492 ppb.h sobrepasando ampliamente las 3.000 ppb.h acumulados durante 3 meses establecidos por el Convenio de Ginebra para la protección de los cultivos (FUHRER y ACHERMAN, 1999). El valor de este mismo índice para el tratamiento NF+ alcanzó el valor de 34.853 ppb.h, mientras que el del control AF fue de cero. Estos niveles de ozono ambientales indican un riesgo potencial importante para los cultivos y vegetación sensibles de la zona entre los que se incluye la especie analizada y buena parte de los cultivos hortícolas locales.

Desarrollo de síntomas

En la Figura 2 se representa de forma gráfica el seguimiento de síntomas realizados durante el desarrollo del primer ciclo de cultivo para los diferentes tratamientos de ozono y riego. Los tres factores considerados en el análisis: nivel de O_3 ($p<0,01$), tipo de riego ($p<0,001$) y edad de la planta ($p<0,01$) son determinantes de la intensidad de los daños foliares; del mismo modo que las interacciones entre todos ellos destacando por su interés, la interacción ozono x tipo de riego ($p<0,001$).

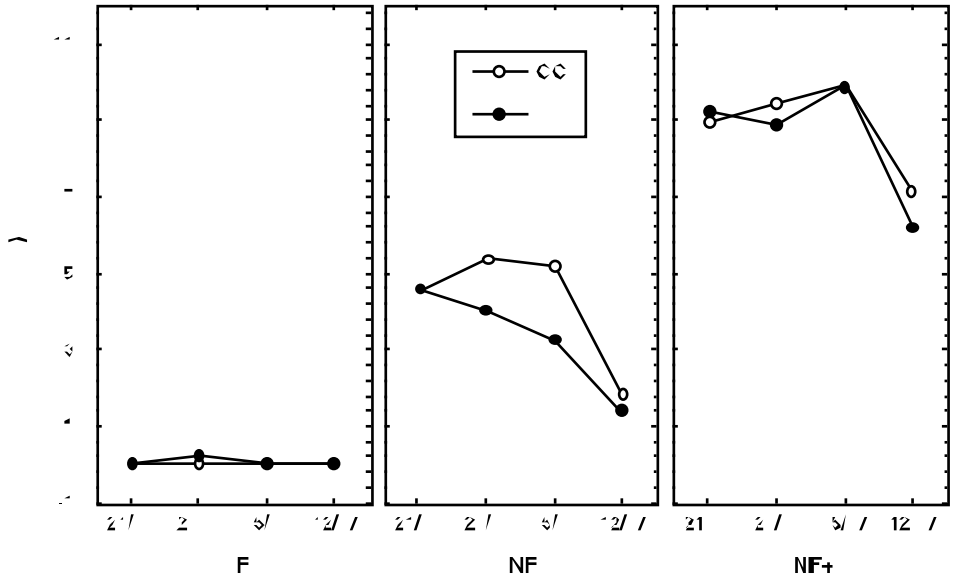


Figura 2. *Desarrollo de síntomas inducidos por ozono para los diferentes tratamientos de ozono y riego. CC= control, capacidad de campo, RR= reducción de riego, AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado +40 ppb de ozono*

El efecto del ozono sobre el desarrollo de síntomas es claro, en general independientemente del tratamiento de agua o de la fecha de muestreo, las plantas crecidas en NF+ presentan un mayor daño foliar que las crecidas en NF y en éstas a su vez es mayor que en el control AF, cuya presencia de síntomas es esporádica. El estrés hídrico protege a las plantas frente al O_3 del desarrollo de daños foliares, pero la protección desciende para los niveles de ozono más elevados: en el tratamiento control sin ozono (AF) la ausencia de síntomas es común a ambos tratamientos de riego, pero para los niveles de ozono ambientales (NF) el porcentaje de hojas afectadas por planta disminuye significativamente en el tratamiento de riego reducido (RR) respecto al control (CC) un 24, 37 y 26% para los muestreos 2, 3 y 4 respectivamente ($p<0,01$). En el tratamiento NF+ que representa los niveles de ozono más elevados, el desarrollo de síntomas es mucho mayor que en NF y la protección del estrés hídrico es menos eficaz, ya que las diferencias

entre ambos tratamientos de riego suceden sólo en el segundo y cuarto muestreos y con porcentajes de diferencia menores (6 y 13% respectivamente, p<0,01).

Producción. Número de frutos por planta

En la Figura 3 se representa de forma gráfica el número de frutos por planta para los diferentes tratamientos de ozono y tipo de riego considerando las distintas clases de frutos.

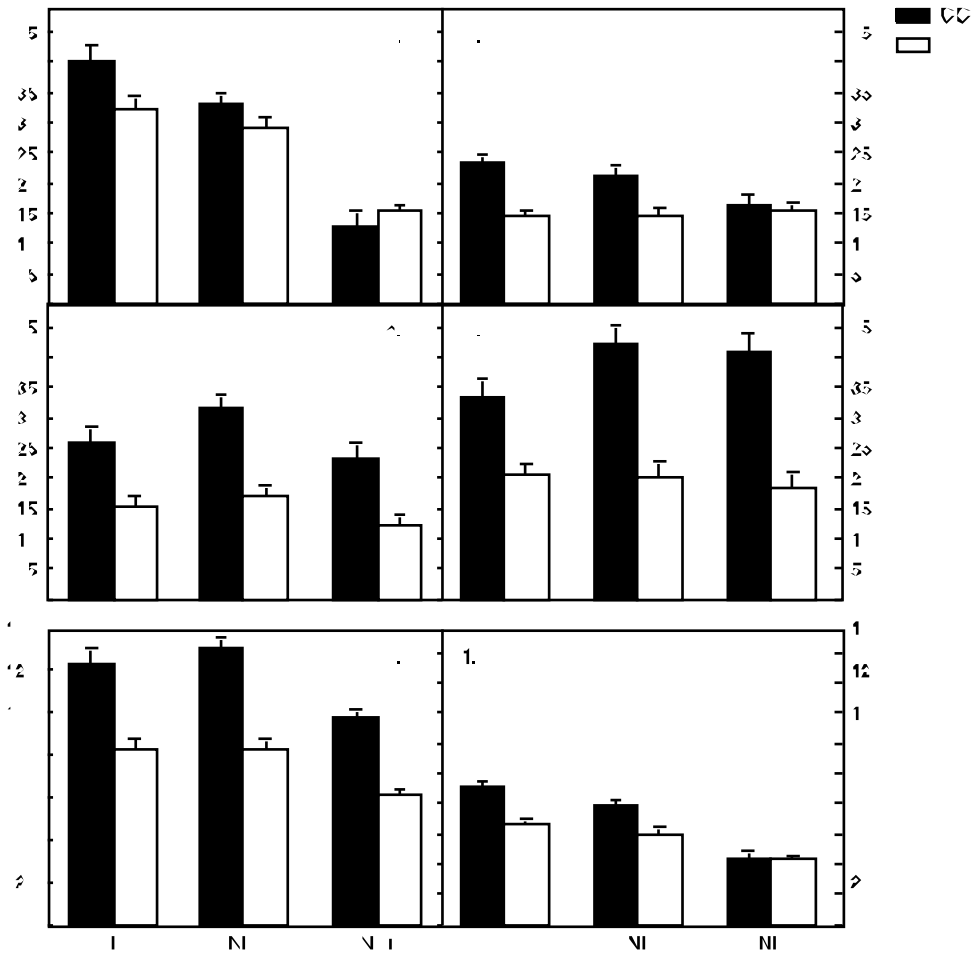


Figura 3. *Número medio de las diferentes clases de frutos por planta para los tratamientos de ozono y riego. a: frutos tipo I (grandes rojos); b: frutos tipo II (grandes verdes), c: frutos tipo III (verdes medianos); d: frutos tipo IV (verdes pequeños); e: frutos totales; f: frutos totales comerciales (tipo I+ tipo II). CC= bien regada, RR= reducción de riego, AF= aire filtrado, NF= aire no filtrado, NF+= aire no filtrado +40 ppb de ozono*

El O_3 afecta significativamente la producción de la mayoría de las clases de frutos ($p<0,05$), salvo la clase IV (frutos muy inmaduros) donde el efecto no es significativo y en la clase II donde se trata de una tendencia ($p<0,1$); de la misma manera sucede al considerar los frutos totales y comerciales ($p<0,001$). El estrés hídrico también tiene una influencia clave sobre la producción en todos los tipos de frutos ($p<0,001$); la pérdida media en el número de frutos comerciales (promedio entre todos los tratamientos de ozono) inducida por el déficit hídrico del tratamiento de riego reducido (RR) se acerca al 18%.

Se ha encontrado una interacción significativa *O_3 x riego* en las clases de frutos II y totales comerciales (suma de I y II) ($p<0,01$) observándose esta misma tendencia en la clase I ($p<0,1$). En las plantas regadas hasta capacidad de campo, las pérdidas de frutos comerciales en NF y NF+ respecto a AF son del 14 y 52% respectivamente, estos porcentajes disminuyen en los tratamientos con déficit hídrico hasta el 7 y 35%; algo semejante ocurre para las clases I y II consideradas de forma separada. En las clases de frutos I y totales comerciales, las producciones entre los diferentes tratamientos de ozono se diferencian significativamente cuando las plantas han sido regadas adecuadamente (CC) pero cuando se reduce el riego (RR) el comportamiento de AF y NF es semejante y su producción se acerca a la de NF regado a capacidad de campo.

El porcentaje de pérdida de producción en cuanto a número de frutos tipo I, II y comerciales entre los tratamientos con diferentes niveles de riego (porcentaje de reducción de RR respecto a CC) disminuye progresivamente al aumentar los niveles de ozono desde AF a NF+. Las pérdidas de producción medias para los tipos de frutos I y II son del 30% en AF, disminuyendo estas pérdidas al 21% en NF y reduciéndose aún más en NF+ hasta el 7%. Al considerar la categoría de frutos comerciales (suma de las clases I y II) esta interacción entre los dos estreses se acentúa (sl 0,002). La producción en NF+ es muy semejante entre CC y RR (3% de diferencia, ns) y se va incrementando en NF (22%) y AF (28%).

Las clases de frutos inmaduros III y IV no presentan una interacción significativa entre los factores considerados. En este tipo de frutos la reducción del riego provoca una reacción bastante homogénea en todos los tratamientos de ozono: respecto al control CC se produce una reducción del 38-42% en AF, 47-52% en NF y 47-55% en NF+ ($p<0,001$). Las diferencias encontradas entre los distintos tratamientos de ozono son sólo significativas en la clase III, donde los niveles de ozono en NF+ provocan una reducción del 15% (media entre los tratamientos de riego); por el contrario, las concentraciones de ozono ambientales provocan un incremento del número de frutos respecto al control (17%).

Producción. Peso de frutos por planta

En la Figura 4 se representan los resultados correspondientes al peso de frutos por planta para los diferentes tratamientos de O_3 y riego, considerando las distintas clases de frutos.

El efecto del O_3 sobre la producción es significativo para todas las clases de frutos consideradas ($p<0,001$), lo mismo sucede con el factor riego ($p<0,0001$). La interacción entre los dos factores es significativa para la clase I y II ($p<0,01$) y la suma de ambas recogida en la clase totales comerciales ($p<0,0001$). Los resultados son semejantes a los descritos para el parámetro número de frutos por planta: al incrementarse los niveles de O_3 la pérdida de producción en RR respecto al control CC se reduce progresivamente.

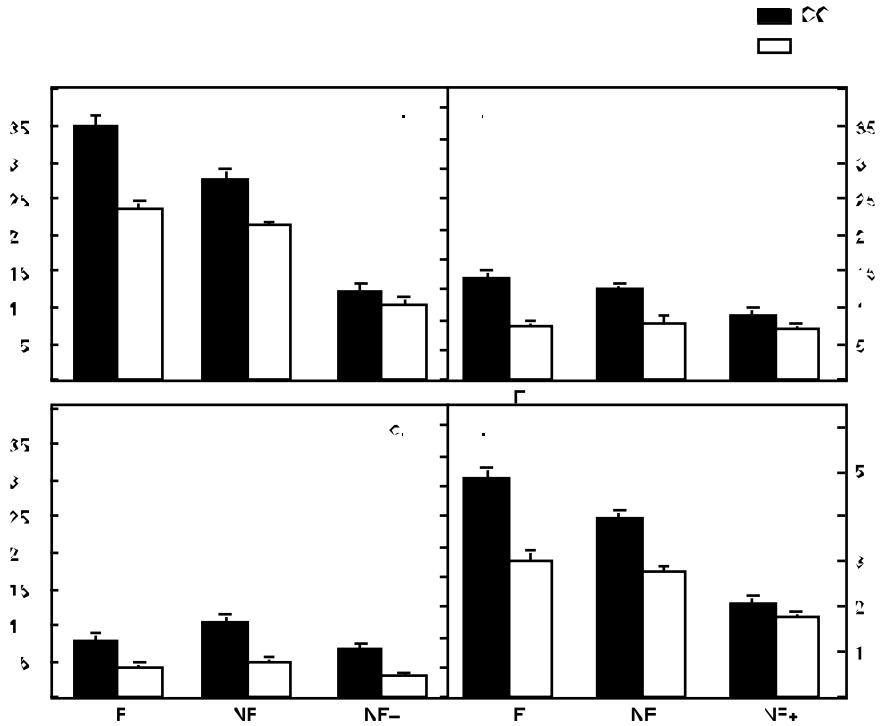


Figura 4. *Peso de las diferentes clases de frutos por planta (g, media± es). a: frutos tipo I (grandes rojos); b: frutos tipo II (grandes verdes), c: frutos tipo III (verdes medianos); d: frutos totales comerciales (tipo I+ tipo II). CC=bien regado, RR= reducción de riego, AF= aire filtrad, NF= aire no filtrado, NF+ aire no filtrado +40 ppb*

Para la clase de frutos tipo I, cuando las plantas están bien regadas, las pérdidas de producción entre NF respecto a AF son del 20% y se incrementan hasta el 65% con el aumento del nivel de ozono en el tratamiento NF+. En situación de déficit hídrico (RR) las plantas crecidas bajo exposiciones ambientales de ozono (NF) no difieren significativamente del control AF, lo que indica una protección frente al ozono debida a la reducción de riego. Cuando los niveles de ozono se incrementan en NF+, se mantienen unas pérdidas semejantes a las encontradas con buenas condiciones de riego (55% de pérdida); para estos niveles de ozono, el efecto protector del estrés hídrico deja de ser evidente. Esta situación se repite al considerar los frutos comerciales.

DISCUSIÓN

Las concentraciones de ozono registradas en el delta del Ebro, una zona de indiscutible carácter agrícola, presenta valores que superan los niveles de fondo naturales y suponen un riesgo para los cultivos y vegetación natural de la zona. Estos registros coinciden con los presentados en trabajos previos desarrollados en el mismo área de estudio desde el 88 (GIMENO y col., 1999).

La variedad de tomate analizada puede catalogarse como muy sensible al ozono de acuerdo con otros estudios anteriores (LEGAGASICKE y ORMROD, 1981; TENGA y ORMROD, 1990; BERMEJO, 2002). La aparición de los primeros síntomas foliares se detectaron de forma muy temprana, dentro de la primera semana de exposición a los niveles ambientales del contaminante, y la intensidad de estos daños puede relacionarse con los niveles de ozono en todos los muestreos analizados. La producción también se ve afectada por el ozono de forma importante al considerar las clases de frutos más maduras (comerciales, tipo I y II) bajo el tratamiento control de riego (CC). En estas condiciones las pérdidas inducidas por el ozono ambiental (NF) pueden llegar en los frutos maduros al 18 y 20% en número y peso de frutos respectivamente respecto al tratamiento sin ozono (AF). Estos resultados se encuentran en la línea de los de Temple y col. (1990) que observaron también en esta especie una depresión de la producción temprana inducida por el ozono y coinciden con lo observado en otras especies hortícolas de la zona (ELVIRA y col., 1992; GIMENO y col., 1999; BERMEJO, 2002).

Al incrementarse los niveles de ozono (NF+) se intensifica la reducción de los frutos comerciales que alcanzan porcentajes de pérdidas respecto al tratamiento AF que se elevan al 65% (peso y número) en los frutos tipo I y al 59 y 52% para peso y número en los frutos comerciales

La presencia, junto con el ozono, del déficit hídrico impuesta por la reducción del riego (RR), provoca un patrón de respuesta semejante en los parámetros analizados: producción y desarrollo de daños foliares. La reducción de riego protege a la planta de los efectos del ozono para los niveles ambientales del contaminante (NF) pero esta protección desaparece o pierde eficacia para concentraciones de ozono mayores (NF+); por tanto, la modulación del tipo riego no sigue un patrón lineal ya que desaparece o se reduce a concentraciones elevadas de ozono.

Podemos analizar por separado el peso de cada uno de los factores, ozono y tipo de riego, sobre la producción de frutos comerciales para una posterior discusión sobre la intervención conjunta de ambos. El estrés hídrico ejerce un efecto importante, por sí mismo significativo, que sin la presencia del ozono provoca pérdidas medias del 30-41% en número y peso de frutos respectivamente (media entre las clases I y II). En esta misma clase de frutos el factor ozono, también significativo por sí mismo, provoca pérdidas medias en NF del 15% y 16% en número y peso respectivamente y en NF+ del 49 y 52% para peso y número (media de las clases I y II). Por tanto, una reducción del 44% del riego control en la variedad de tomate *Tiny Tim* provoca una reducción de la producción mayor que el inducido por los niveles ambientales de ozono pero menor que el que provocan las concentraciones de ozono elevados del tratamiento NF+.

La coexistencia de ambos estreses, ozono y déficit hídrico, provoca en todos los casos un efecto antagónico; es decir, menor que la suma de los efectos de ambos factores por separado. Para los niveles ambientales de ozono (NF) el efecto del estrés hídrico es más pronunciado que el del ozono por sí mismo; el déficit hídrico sería el factor determinante a la hora de establecer las pérdidas provocadas por la interacción de ambos factores. Lo contrario ocurriría en NF+; en este caso sería el factor ozono, que por sí solo presenta un efecto más fuerte que el estrés hídrico, el que marcaría la intensidad de la interacción.

Estos resultados permiten proponer para especies o variedades muy sensibles como la analizada, una reducción del riego durante los episodios de contaminación elevados, en los que las concentraciones de ozono se acercan o sobrepasan a las concentraciones que reproduce el tratamiento NF+. En estos casos, el estrés que debe soportar la planta como consecuencia del déficit hídrico puede compensar los efectos intensos que el ozono provoca. Esta propuesta puede tener mayor relevancia si se considera la importancia que una exposición temprana al ozono tiene so-

bre la producción posterior (HENDERSON y REINERT, 1979; BERMEJO, 2002); en este sentido es interesante mencionar los estudios realizados acerca de la interacción ozono-manifestación de virosis en el levante peninsular empleando la misma variedad de tomate, en los que la exposición de las plantas al ozono desde su emergencia hasta el estado de 4 hojas, incrementó su sensibilidad al desarrollo posterior de virosis (PORCUNA, 1997; GIMENO y col., 1999b).

BIBLIOGRAFÍA

ADEDIPE, N.O.; KHATAMIAN, H.; ORMROD, D.P. (1973). Stomatal regulation of ozone phytotoxicity in tomato. *Z.Pflanzenphysiol.Bd.* 68 (S): 323-328.

ALONSO, R.; ELVIRA, S.; CASTILLO, F.J.; GIMENO, B.S. (2001). Interactive effects of ozone and drought stress on pigments and activities of oxidative enzymes in *Pinus halepensis*. *Plant Cell & Environ. Pollut.*, 24: 905-916.

BERMEJO, V.; ALONSO, R.; ELVIRA, S.; SALLERAS, J.M.; GIMENO, B.S. (1994). Ozone effects on two bean cultivars at the Ebro Delta (Spain). En: *Resource Capture by Crops.* Monteith, J.L., Scott, R.K. & Unsworth, M. (Eds). Nottingham University Press, Nottingham, 393-395 pp.

BERMEJO, V. (2002). *Efectos del ozono sobre la producción y la calidad de frutos de Lycopersicon esculentum Mill. Modulación por diversos factores ambientales*. Tesis doctoral. UAM.

BERMEJO, V.; GIMENO, B.S.; GRANADOS, I.; SANTAMARÍA, J.; IRIGOYEN, J.J.; PORCUNA, J.L.; MILLS, G. (*in press*). Investigating indices to explain the impact of ozone on the biomass of white clover (*Trifolium repens* L. cv. Regal) at inland and coastal sites in Spain. *New Phyt*.

BUSE, A.; HAYES, F.; POSCH, M.; MILLS, G. (2000*). An assessment of crop losses in Europe due to ozone.* Institute of Terrestrial Ecology. Bangor. UK.

CALATAYUD, A.; BARRENO, E. (2001). Chlorophyll *a* fluorescence, antioxidant enzymes and lipid peroxidation in tomato in response to ozone and benomyl. *Environ. Pollut.* 115: 283-289.

CURTIS, L.R.; EDGINGTON, L.V.; LITTLEJOHNS, D.A. (1975). Oxathin chemicals for control of bronzing of white beans. *Can.J.Plant Sci.* 55: 151-156.

ELVIRA, S.; ALONSO, R.; QUEJIDO, A.; GIMENO, B.S.; BERMEJO, V. (1992). Efectos del ozono sobre *Phaseolus vulgaris* L., var Lit, en el delta del Ebro (Tarragona). En: *Contaminación: efectos fisiológicos y mecanismos de actuación de los contaminantes.* Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante, pp. 343-356.

FREEBAIRN, A.T.; TAYLOR, O.C. (1960). Prevention of plant damage from airborne oxidizing agents. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 76: 693-699.

FUHRER, J.; ACHERMAN, B. (Eds.) (1999). *Critical Levels for ozone - Level II.* Swiss Agency for Environment, Environmental Documentation.

FUMIGALLI, I.; GIMENO, B.S.; VELISSARIOU, D.; DE TEMMERMAN, L.; MILLS, G. (2001). Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. *Atmos. Environ.*, **35**: 2.583-2.587.

GILLESPIE, C.; BERMEJO, V.; CASULA, F.; CARDOSO-VILHENA, J.; PEARSON, S.; OLLERENSHAW, J.; BARNES, J. (1998). Mechanisms underlying EDU-induced ozone resistance. En: *Responses of plant metabolism to air pollution and global change.* De Kok, L.J. & Stulen, I. (Eds.). Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. pp: 309-310.

GIMENO, B.S.; SALLERAS, J.M.; PORCUNA, J.L.; REINERT, R.; VELISSARIOU, D.; DAVISON, A.W. (1993). Assessment of ozone induced visible injury on different commercial crops along the spanish eastem mediterranean coast. A survey. En: *Effects of Air Pollution on Agricultural Crops in Europe. Proceedings of the final Symposium of the European Open-Top Chambers project*. Jäger H.J., Unsworth M., De Temmerman L. & Mathy P. (Eds.). CEC Air Pollution Research Report 46, pp. 511-514.

GIMENO, B.S.; PEÑUELAS, J.; PORCUNA, J.L.; REINERT, R.A. (1995). Biomonitoring ozone phytotoxicity in eastern Spain. *Water, Air & Soil Pollut.*, 85: 1.521-1.526.

GIMENO, B.S.; PORCUNA, J.L.; JIMÉNEZ, A.; BERMEJO, V.; JORDÁ, C. (1999). Ozone exposure modifies the sensitivity of tomato plants to virus infestations. En: Fuhrer, J. (Ed.). *Background documents of the UN/ECE Workshop on Critical Levels for ozone – Level II*. Gerzensee, Switzerland, pp. 81-85.

GIMENO, B:S.; BERMEJO, V.; REINERT, R.A.; ZHENG, Y.; BARNES, J.D. (1999). Adverse effects of ambient ozone on watermelon yield and physiology at a rural site in Eastern Spain. *New Phyt.*, 144: 245-260.

GÜSTEN, H.; HEINRICH, G.; CVITAS, T.; KLASINC, L.; RUSCIC, B.; LALAS, D.P.; PETRAKIS, M. (1988). Photochemical formation and transport of ozone in Athens, Greece. *Atmos. Environ.*, 22: 1.855-1.861.

HEAGLE, A.S.; BODY, D.E.; HECK, W.W. (1973). An open-top chamber to assess the impact of air pollution on plants. *J. Environ. Qual.* 2(3): 365-368.

HEAGLE, A.S.; PHILBECK, R.B.; ROGERS, H.H.; LETCHWORTH, M.B. (1979). Dispensing and monitoring ozone in open-top field chambers for plant effects studies. *Phytopathol.*, 69, 15-20.

HEAGLE, A.S.; MILLER, J.E.; HECK, W.W.; PATTERSON, R.P. (1988) Injury and yield responses of cotton to chronic doses of ozone and soil moisture deficit. *J. Environ. Qual.*, 17: 627-635.

HECK, W.W.; TAYLOR, O.C.; TINGEY, D.T. (Eds.) (1987). *Assessment of crop loss from air pollutants.* Elsevier Applied Science. London & New York, 552 pp.

HENDERSON, W.R.; REINERT, R.A. (1979). Yield response of four fresh market tomato cultivars after acute ozone exposure in the seedling stage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 104(6): 754-759.

KÄRENLAMPI, L.; SKÄRBY, L. (Eds.). (1996). *Critical Levels for ozone in Europe: Testing and finalising the concepts.* Univ. of Kuopio. Dept. of Ecol. and Environ. Sci. Kuopio, Finland, pp. 351-354.

KUEHLER, E.A.; FLAGLER, R.B. (1995). The effects of EDU and ozoban on photosynthetic function of ozone-exposed loblolly pine seedlings. *Air & Waste Manag. Assoc., Health effects issues and methodologies. Annual meeting*, 11: 95.

LEGASICKE, B.C.; ORMROD, D.P. (1981). Suppression of ozone-injury on tomatoes by ethylene diurea in controlled environments and in the field. *Hortsci.*, 16(2): 183-184.

MANNING, W.J.; FEDER, W.A.; VARDARO, P.M. (1977). Supression of oxidant injury by benomyl: effects on yield of bean cultivars in the field. *J. Environ. Quality*, 3: 1-3.

MARTÍN, M.; PLAZA, J.; ANDRÉS, M.D.; BEZARES, J.C.; MILLÁN, M.M. (1991). Comparative study of seasonal air pollutant behaviour in a Mediterranean coastal site: Castellón (Spain). *Atmos. Environ.*, 25A: 1.523-1.532.

MIGNANEGO, L.; BIONDI, F.; SCHENONE, G. (1992). Ozone biomonitoring in northern Italy. *Environ. Monit. & Assess.*, 141: 141-159.

MILLÁN, M.M.; MANTILLA, E.; SALVADOR, R.; CARRATALÁ, A.; SANZ, M. (2000). Ozone cycles in the western mediterránean basin: interpretation of monitoring data in complex coastal terrain. *J. Appl. Meteor.*, 39: 487-508.

MILLÁN, M.M.; SANZ, J.M.; SALVADOR, R.; MANTILLA, E. (2002). Atmospheric dynamics and ozone cycles related to nitrogen deposition in the western Mediterranean. *Environ. Pollut.*, 118: 167-186.

OMS (Organización Mundial de la Salud- WHO World Health Organization) 1999. *Air Quality guidelines for Europe*. 2nd edition. World Health Organisation, Regional Office for Europe. Copenhagen. (*http://www.who.int/ environmental_information/ Air/Guidelines*).

PORCUNA, J.L. (1997). *El ambiente y la predisposición de las plantas de tomate a la afección de dos virosis en el Levante español.* Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, E.T.S.I.A.

PUJADAS, M.; TERÉS, J.; GIMENO, B.S. (1997). The spanish experience on the design of experimental systems for the assessment of the effects of gaseous pollutants on plant species. *Bol. San.Veg. Plagas*, 23: 39-56.

REINERT, R.; GIMENO, B.S.; SALLERAS, J.M.; BERMEJO, V.; OCHOA, M.J.; TARRUEL, A (1992). Ozone effects on watermelon plants at the Ebro Delta (Spain): symptomatology. *Agric. Ecosys. & Environ.*, 38: 41-49.

RIBAS, A.; PEÑUELAS, J. (2000). Effects of ethylenediurea as a protective antiozonant on beans (*Phaseolus vulgaris* cv Lit) exposed to different tropospheric ozone doses in Catalonia (NE Spain). *Water Air & Soil Pollut.*, 117(1/4): 263-271.

RIBAS, A.; FILELLA, I.; GIMENO, B.S.; PEÑUELAS, J. (1998). Evaluation of tobacco cultivars as bioindicators of ozone phytotoxical levels in Catalonia (N.E. Spain). *Water, Air & Soil Pollut.*, 197: 347-365.

RUNECKLES, V.C.; CHEVONE, B.I. (1992). Crop Responses to Ozone. En: *Surface Level Ozone Exposures and Their Effects on Vegetation*. Lefohn A.S. ed. Lewis Publ, pp. 189-270.

RUNECKLES, V.C.; RESH, H.M. (1975). Effects of cytokinins on response of bean leaves to chronic ozone treatments. *Atmos Environ.*, 9: 749-753.

TENGA, A.Z.; ORMROD, D.P. (1990). Diminished greenness of tomato leaves exposed to ozone and post-exposure recovery of greenness. *Environ. Pollut.*, **6**: 29-41.

TONCELLI, M.; LORENZINI, G. (1999). Comparative evaluation of biomonitoring techniques of tropospheric ozone. *Env. Monit. & Assess.*, 5: 445-448.

VELISSARIOU, D.; KYRIAZI, A. (1996). A sensitive clover variety – bioindicator for ozone. Response to antioxidant protection. En: L. Kärenlampi & L. Skärby (eds). *Critical Levels for ozone in Europe: Testing and finalising the concepts.* Univ. of Kuopio. Dept. of Ecol. and Environ. Sci. Kuopio, Finland, pp. 351-354.

VIII. MANEJO AGROECOLÓGICO DE SISTEMAS GANADEROS

Ponencia

Conocimientos técnicos de interés para el desarrollo de sistemas de producción de carne ecológica con rumiantes

K. OSORO, A. MARTÍNEZ

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Villaviciosa (Asturias). Kosoro@serida.org

RESUMEN

En el presente trabajo se pretende transmitir algunos conocimientos técnicos que consideramos son de interés para el desarrollo de sistemas eficientes de producción de carne ecológica. Dichos conocimientos se refieren a existencia de: notables diferencias entre especies e incluso entre razas en la conducta de pastoreo, nivel de utilización de los componentes vegetales e ingestión; capacidad de acumular reservas corporales para movilizarlas en períodos de escasez, resaltando la importancia de estas reservas en la actividad reproductiva y en los resultados económicos; la capacidad de los terneros de más de 6 meses de edad de las vacas de mostrar crecimiento compensatorio tras períodos de alimentación restringida; las diferencias entre especies en las cargas parasitarias que presentan bajo la misma situación y el efecto del manejo del pastoreo y de los recursos pastables disponibles sobre el nivel de infestación parasitaria; la importancia del tipo de alimentación en la composición de la carne y la solubilidad de ésta por el efecto de la composición en ácidos grasos, siendo más beneficiosa la carne de animales alimentados con pasto; efectos del tipo de rebaño y del manejo sobre la dinámica de la cubierta vegetal y la biodiversidad del medio; recursos y posibilidades para dar un paso cuantitativo y cualitativo importante hacia la producción ecológica señalando sistemas de producción que son sencillas y pueden ser de interés para la producción ecológica.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica constituye un modelo de producción claramente diferenciado de los modelos intensivos o industriales y productivistas, y muy próxima a los modelos de producción extensivos basados en la utilización del territorio y de los recursos naturales renovables propios. Por lo tanto constituye una opción de diversificación en cuanto a los procesos en la consecución del producto y que en algunos aspectos se puede considerar que va un paso más allá que la ganadería extensiva debido a la reglamentación con algunas limitaciones que se exigen al modelo o estrategia de producción.

Siendo conscientes de la importancia que ha tenido la ganadería extensiva en nuestro entorno, es fácil reconocer las posibilidades que tiene la ganadería ecológica para su desarrollo. Una ganadería bien estructurada y diversificada valiéndose de la heterogeneidad y riqueza de los recursos disponibles, desde dehesas y rastrojeras hasta pastos alpinos pasando por grandes zonas de matorral leñoso. En consonancia con la disponibilidad en recursos alimenticios, se tiene una gran riqueza en recursos genéticos (razas autóctonas) adaptadas para la utilización eficiente de los recursos alimenticios propios. Por lo tanto, se trata de estructurar los rebaños productivos y organizar el manejo y aprovechamiento de los recursos para que la actividad productiva animal y ambiental resulte sostenible. Dicha estructuración del rebaño y organización del manejo requiere de conocimientos técnicos.

CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

Dada la complejidad de los sistemas de producción animal basados en la utilización de los recursos pastables, en buena parte debido a las diferencias cuantitativas y cualitativas existentes entre los recursos pastables y a las significativas diferencias existentes entre especies animales en su conducta de pastoreo y eficiencia productiva, además de las diferencias en necesidades en nutrientes debidas al estado fisiológico o fase productiva del animal, resulta necesario disponer de conocimientos técnicos que permitan mejorar la eficiencia del sistema y garantizar la sostenibilidad del mismo.

A continuación vamos a tratar algunos conocimientos técnicos que consideramos de interés:

Conducta de pastoreo

Se debe conocer la conducta de pastoreo de las diferentes especies animales ante las distintas situaciones de disponibilidad de recursos pastables en cantidad, composición botánica y estado vegetativo, dado que dicha conducta difiere significativamente entre las especies animales y por ello el valor nutritivo de los componentes de la cubierta vegetal diferirá significativamente en función de la especie animal que los aproveche. El valor nutritivo es la resultante de la cantidad ingerida x la digestibilidad x la eficiencia de utilización. Así por ejemplo el valor nutritivo del tojo (*Ulex sp.*) es casi nulo para el vacuno mientras resulta alto para el caprino, por la utilización que realiza de esta leguminosa leñosa. A diferencia el valor nutritivo del trébol es muy elevado para el ovino que lo selecciona intensamente y también para el vacuno pero no así para el caprino que tiende a rechazarlo. Estos conocimientos son esenciales para establecer los tipos de rebaños (monoespecíficos o mixtos) adecuados en función de los recursos pastables disponibles y establecer la estrategia de manejo del pastoreo (mixto, secuencial, rotacional, continuo, etc.).

Debido a dichas diferencias en conducta entre especies animales, los rebaños multiespecíficos resultan más eficientes, por lo general, en el aprovechamiento de los recursos pastables, con incrementos significativos de las producciones, además de la diversificación que supone.

Manejo de la alimentación

La producción ganadera ecológica en gran medida se basa en la utilización de recursos alimenticios propios. Refiriéndonos a los rumiantes son los recursos pastables el soporte de la acti-

vidad. Por lo tanto, la actividad debe centrarse considerando dichos recursos. Ya se ha apuntado la existencia de diferencias entre especies, e incluso entre razas dentro de una misma especie.

En situaciones de invernadas prolongadas y de escasez de recursos pastables, ya sea por la cantidad o por la calidad, se debería recurrir a pequeños rumiantes estableciendo la relación de ovinos y caprinos en el rebaño en función de la relación entre vegetación herbácea y leñosa existente en la cubierta vegetal disponible. En estos pequeños rumiantes, la demanda absoluta en nutrientes es menor y su capacidad de selección de dieta mayor que en los de gran tamaño, por lo que apenas precisan de suplementación forrajera, salvo en situaciones de demanda elevada de nutrientes (final de gestación-inicio de lactación) y escasez de alimentos. Sin embargo el vacuno carece de capacidad de selección e incluso de ingestión en situaciones en las que la vegetación disponible no resulta limitante para el mantenimiento del ovino. Por ejemplo en pastos naturales dominados por agrostis-festuca, que tengan hierba de unos 2 cm de altura, las ovejas secas son capaces de mantener su peso y condición corporal, mientras que las vacas secas perderían cantidades importantes de peso (>0,5 kg/día).

Es en las zonas bajas y con mayor potencial de producción de pasto, con estaciones de pastoreo prolongadas e invernadas cortas, donde presenta mayor interés el desarrollo de actividades productivas con vacuno, siendo preferible el cebo de terneros en pastoreo frente a las vacas de cría, en aquellas zonas donde se disponga de pasto de calidad con abundancia de trébol blanco. El animal de mayor tamaño tiene más capacidad de ingestión y ésta sólo la puede desarrollar cuando la cantidad de pasto disponible no es limitante, por el contrario el tamaño le resulta contraproducente cuando la cantidad de pasto disponible es escasa.

Agrupación de partos

La agrupación de los partos en determinadas épocas del año es una práctica que mejora la eficiencia productiva del rebaño. La época en la que se debe agrupar la paridera está condicionada por la disponibilidad de recursos pastables de calidad, que en principio debería de coincidir con el período de mayor demanda en nutrientes del rebaño. La recuperación de reservas por parte de las madres es un punto esencial a considerar, dado que del estado de dichas reservas dependerán en buena medida los resultados reproductivos y también la rentabilidad de utilizar las reservas acumuladas para reducir los costes de alimentación en los períodos de escasez, tal como hemos visto.

Capacidad de acumular y movilizar reservas

Los animales tienen la capacidad de acumular reservas corporales en los períodos de abundancia de alimentos económicos (pasto) y de movilizarlas para sus funciones vitales cuando hay escasez de alimentos (invernada). El manejo de esta capacidad resulta de especial interés para tratar de reducir en lo posible las necesidades de alimentos de fuera de la explotación o de alimentos conservados que además de resultar más costosos pueden ser difíciles de adquirir en condiciones de producción ecológica, y en el caso de los ensilados generar riesgo de contaminación ambiental.

Las vacas con un buen estado de carnes (>3) al inicio de la invernada pueden pasar largos períodos (3 meses) recibiendo un 30-35% por debajo de las necesidades de mantenimiento y ges-

tación sin que ello afecte negativamente a los resultados productivos. Evidentemente los períodos de restricción de la alimentación podrían ser más prolongados a medida que sea mayor la cantidad de reservas acumuladas. La acumulación de reservas será mayor en aquellas condiciones de mejor disponibilidad de pasto en cantidad y calidad y durante mayor número de días a lo largo del año. Por lo tanto, en aquellas explotaciones establecidas en zonas de montaña la posibilidad de utilizar la movilización de reservas se verá más limitada por las menores cantidades de reservas acumuladas al ser la estación de pastoreo más corta y por el contrario más larga la invernada. Sin embargo en las zonas bajas, la invernada es más corta y suave y la estación de pastoreo más larga.

Crecimiento compensatorio

Los animales jóvenes (terneros, corderos, cabritos) en crecimiento, una vez que han pasado su primera fase de desarrollo, suelen mostrar crecimientos compensatorios tras los períodos de alimentación restringida. Esto resulta muy práctico en los sistemas de producción de carne con terneros manejados en pastoreo. Por ejemplo, los terneros nacidos en invierno - primavera y destetados a final del verano - inicio del otoño, en la invernada (casi con un año de edad) se les podría restringir la alimentación hasta niveles que no supongan mayor incremento de peso que 0,3-0,4 kg/día. Estos terneros en la primavera siguiente y en las mismas condiciones de pastoreo mostrarán mayor crecimiento que aquellos otros que hayan sido alimentados durante la invernada para ganar 1,0 kg/día. En el caso de las vacas también se observan mayores recuperaciones diarias, en el pastoreo de primavera, de aquellas que están más delgadas al inicio del pastoreo frente a las que presentan mejor estado de carnes.

Calidad del producto

La calidad del producto, en nuestro caso la carne, debe de diferenciarse, en principio, por los condicionantes del modelo de producción y también por las características físico-químicas del producto.

El modelo de producción garantiza la ausencia de residuos de productos que se utilizan en la ganadería convencional y que no están autorizados en la producción ecológica. Por lo que a las características físico-químicas del producto se refiere, las principales diferencias pueden presentarse en la cantidad y en la composición de la grasa. La cantidad, por lo general, suele ser claramente inferior en la carne de los animales alimentados a base de pasto que en los que son manejados en cebo intensivo. No obstante un acabado de 2-3 meses con concentrado a base de maíz y cebada resulta suficiente para que adquiera un adecuado nivel de engrasamiento. Sin embargo, en cuanto a la composición en ácidos grasos insaturados (en especial linoleicos conjugados) frente a saturados parece claramente superior en la carne de los animales alimentados en base a pasto frente a la procedente de terneros alimentados a base de concentrados. Por lo tanto se podría plantear que los ácidos grasos linoleicos conjugados fuesen los marcadores de la carne procedente de terneros cebados en extensivo.

Un aspecto en el que no debería de caer la producción ecológica es considerar la conformación como un parámetro clasificador de la calidad de la carne y en base al mismo establecer el

precio. Nuestros resultados ponen en evidencia la falta de correlación, o en su caso negativa, entre la conformación y la calidad sensorial de la carne. No obstante los programas de mejora genética han seguido buscando conformación que significa kg de cantidad y no calidad y rusticidad.

Sanidad animal

La priorización del bienestar de los animales y la garantía de la ausencia de residuos en los productos constituye uno de los objetivos esenciales de la producción ecológica, aspectos a los que no se ha prestado mayor atención en la producción intensiva, donde ha primado la cantidad por encima de la calidad.

El superar alguna de las pautas establecidas por la producción intensiva no resulta tarea fácil dado que la mejora genética ha estado enfocada a la producción en cantidad sin mayor consideración de su compatibilidad productiva con el medio, dejando de lado la eficiencia, la resistencia a enfermedades, la calidad del producto, etc.

Se han observado diferencias muy significativas entre el vacuno, ovino y caprino en las cargas parasitarias que presentan cuando son manejadas en las mismas condiciones de pastoreo, siendo claramente superiores las cargas que presenta el caprino frente al ovino y al vacuno cuando son manejados en pastos mejorados. Sin embargo, dichas diferencias desaparecen, comportándose el caprino tan bien como el ovino y el vacuno cuando son manejados en comunidades vegetales de montaña. Se baraja la hipótesis de que algunos componentes de la vegetación natural, como los taninos, pueden actuar de antiparasitarios. Por otra parte, es preciso señalar que normalmente las presiones de pastoreo son menores y el animal, en especial el caprino, tiende a pastar a mayor altura del suelo, disminuyendo el riesgo de infestación. También se ha observado que la incidencia de otras patologías como el pedero es mucho menor cuando los animales pastan vegetación natural de monte.

Es reconocido el papel de la base genética en cuanto al grado de afección por procesos patológicos. Se ha comprobado que existen animales resistentes a padecer procesos parasitarios, y que dicha resistencia es transmitida a la descendencia con una heredabilidad media-alta, por lo que en base a dicho conocimiento se han desarrollado programas de mejora genética para, entre otros objetivos, conseguir animales resistentes a los parásitos.

Producción ambiental

Los sistemas de producción de carne ecológica, al estar basada la alimentación en la utilización de recursos pastables, tienen considerables efectos ambientales, al alterar o modificar los componentes vegetales en función del grado de utilización que se realice de los diferentes componentes. Dicha modificación por lo general resultará en un incremento de la biodiversidad del medio, al estar las cargas ganaderas dentro de un rango que no debería de llevar ni a la desertización por sobre pastoreo ni a la invasión de una especie vegetal dominante por falta de presión de pastoreo.

Las características de los animales, su adaptación a las condiciones del medio condicionarán la producción ambiental. Sin embargo, éste es otro aspecto que ha tenido poca consideración en los objetivos seguidos en los programas de mejora genética a pesar del beneficio económico y

social que supone la gestión adecuada del territorio y con ello la reducción del riesgo de catástrofes ambientales.

Mejora genética

Hemos señalado tres objetivos o prioridades de la producción ecológica claramente diferenciables de la producción convencional y que deben de ser considerados en los programas de mejora genética, si con ellos se pretende contribuir a la producción de carne ecológica:

- La resistencia sanitaria del animal.
- La calidad del producto.
- La capacidad del animal para favorecer la biodiversidad del medio.

DESARROLLO DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA

Si bien la ganadería ecológica presenta incrementos sustanciales en porcentajes respecto a la situación cero de hace pocos años, la verdad es que dicho incremento es casi insignificante si lo contextualizamos dentro de sus posibilidades. Decimos que es insignificante, sin querer quitar mérito a los emprendedores en esta actividad, porque muchos rebaños que representan un porcentaje importante, siguen manejándose de forma tradicional, sin incorporar las innovaciones tecnológicas de la ganadería convencional. Estos modelos de producción tradicionales son ecológicos, aunque no estén reconocidos como tal. Se trata de organizar el manejo y la producción para que muchos rebaños que llevan el calificativo o distintivo de extensivo puedan llevar también el de ecológico.

Por lo tanto el desarrollo de la producción de carne ecológica con rumiantes requiere fundamentalmente labor de organización aunque existen aspectos que también demandan investigación.

Necesidades de investigación

Probablemente la producción ecológica no requiriese demasiada investigación, una vez reconsideradas las prioridades u objetivos de los programas de mejora para la producción ecológica, dado que se dispone de bastante información experimental de rebaños de rumiantes manejados en condiciones extensivas. No obstante sería necesario:

- Localizar las zonas con rebaños sometidos a manejo tradicional y cuantificar su importancia social, económica y ambiental.
- Describir el manejo tradicional de los rebaños en las diferentes situaciones y condiciones.
- Identificar los cuellos de botella que condicionan y limitan la producción ecológica.
- Investigar las estrategias ecológicas para superar el problema que suponen los cuellos de botella.
- Aplicar los resultados de la investigación.
- Acreditar a las explotaciones por su sistema de producción ecológica.

Una vez realizados estos pasos nos podríamos encontrar en una nueva situación donde la producción ecológica habría incrementado cuantitativamente y no sólo de forma porcentual.

Sistemas de interés

A continuación vamos a proponer sistemas de producción que consideramos como interesantes para las condiciones de la parte húmeda del norte de la Península Ibérica, con especial referencia al área cantábrica y considerando las zonas bajas, medias y altas de montaña.

- Zona baja: El cebo de terneros nacidos en invierno-primavera y destetados a final del verano-inicio del otoño en pastoreo solos o mixto con ovino o caprino en las zonas menos encharcadas puede constituir un sistema de producción de interés por su manejo y rentabilidad para estas zonas bajas con pastos de calidad constituidos por mezcla de raigrás y trébol.
- Zona media: Son los rebaños de vacas con cría adecuados para estas zonas, pudiendo aprovechar los pastos de montaña dominados por herbáceas en la época de verano. También podrían manejarse rebaños de ovino.
- Zonas de montaña y de brezal-tojal: Son en estas zonas donde los rebaños mixtos de ovino-caprino resultan más eficientes comparativamente con el vacuno, tanto por la producción animal como por su papel en el control de la vegetación o matorral leñoso, que dada su combustibilidad supone una amenaza ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE (2001). *Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.*

Investigación y desarrollo de la ganadería extensiva en comunidades vegetales naturales de montaña del norte de la Península Ibérica (2002). *Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario.*

MARTÍNEZ, A.; OSORO, K. (2002).Yearling calves live weight and productivity Ander single or mixed spring grazing wiht gota or sheep. Multi-function grasslands. Quality forages, animal products and landscapes. *EGF 2002*. Vol. 7, pp. 1.050-1.051.

OSORO, K. (1989). Manejo de las reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres, establecidos en zonas húmedas. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, **4**, 207-240.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A.; ZORITA, E. (2002). Pastoreo de las comunidades vegetales de montaña por rumiantes domésticos: producción animal y dinámica vegetal. *Pastos*, **XXX (1),** 3-50.

OSORO, K.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A. (2002). Producción ecológica de productos derivados de rumiantes domésticos en España: situación y posibilidades. *Manual de Agricultura y Ganadería Ecológicas.* Ed. Labrador y col. Eumedia-Mundiprensa. Madrid.

OSORO, K.; VASSALLO, J.M.; CELAYA, R.; MARTÍNEZ, A. (2000). Resultados de la interacción vegetación x manejo animal en dos comunidades vegetales naturales de la Cordillera Cantábrica. *Investigación Agraria. Producción y protección vegetales*. Vol. **15 (3)**.

Ponencia

Producción ecológica de leche y sanidad animal

M. HOVI[1], R. GARCÍA TRUJILLO[2]

[1] Veterinary Epidemiology and Economics Research Unit, Universidad de Reading, m.hovi@reading.ac.uk
[2] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba, ec1segue@uco.es

INTRODUCCIÓN

La producción de leche ecológica está experimentando un período de rápido crecimiento en muchos países europeos, mientras que en otros, como Dinamarca y Austria, los mercados de leche ecológica están bien desarrollados y estabilizados. Por ejemplo, en Dinamarca el mercado de leche ecológica alcanza el 30% de las ventas totales de leche (KRISTENSEN y PEDERSEN, 2001). El desarrollo de esta producción de leche ecológica se ha atrasado por la ausencia de mercados de leche ecológica, pero desde finales de los años noventa varias cooperativas de productores y compañías lecheras se iniciaron en este mercado, ofreciendo precios premios crecientes para la leche ecológica. Actualmente, los premios en los precios de leche ecológica varían entre países. Este precio premio varía desde un 50% superior en algunos mercados especializados como la producción de queso ecológico en Italia, hasta países donde no se registra incremento de los precios de los productos lácteos ecológicos como Dinamarca y el Reino Unido.

CARGA GANADERA

Las normas orgánicas europeas y nacionales actualmente limitan las densidades de ganado en las granjas a una deposición 170 Kg de nitrógeno por hectárea y año, lo que equivale a 2 vacas lecheras de 500 Kg por hectárea. Este valor se refiere a la área completa de la explotación y no solamente a la de pastos; sin embargo, la mayoría de las granjas ecológicas reducen la carga ganadera durante el período de conversión, debido a la reducción de la productividad de los pastos, mientras que la fertilidad del suelo es reestablecida por la implementación de sistemas eficientes de rotación de cosechas. Una vez que el período de conversión ha terminado, muchas granjas pueden volver a los niveles de carga ganadera antes de la conversión, con tal de que el aporte de nitrógeno no exceda a los 170 Kg/ha/año y el espacio permitido en el alojamiento de las vacas sea el adecuado (HAGGAR y PADEL, 1996).

No obstante, la menor carga en las explotaciones ecológicas es relativa, pues mientras éstas tienen poca dependencia exterior de alimentos, esto no es igual en las explotaciones convenciona-

les, donde además de consumir mayor cantidad de concentrados, éstos provienen en su gran mayoría de áreas fuera de la explotación que no son contabilizadas en los cálculos de la carga en estas explotaciones. En este sentido Lamkin (1994), en UK, señalaba que cuando no se consideraba el área para producir alimentos fuera de la explotación los sistemas ecológicos presentaban una carga inferior entre un 15 y un 30% que los convencionales, pero esta diferencia se reducía a 9,8-2,5% cuando se tomaba en consideración el área necesaria para producir los alimentos fuera de la explotación, para rebaños convencionales medios o de alta producción respectivamente.

PROCEDENCIA DE LOS ANIMALES Y EL PERÍODO DE CONVERSIÓN EN LA GANADERÍA LECHERA ECOLÓGICA

Los principios ecológicos básicos requieren que las razas utilizadas sean adecuadas al sistema de producción que se emplee para cada granja en particular y su medio ambiente. El uso de razas locales es estimulado en la ganadería ecológica. Las normas de alimentación ecológica limitan el empleo de altos niveles de alimentos concentrados en las raciones de las vacas lecheras, pues en teoría, las vacas alimentadas con dietas altas en forrajes se mantienen más saludables. En la realidad, la mayoría de las granjas que se convierten a la producción ecológica son incapaces de hacer un cambio rápido en la estructura genética de su rebaño, sin embargo las razas de doble propósito se han convertido en preferidas en algunos países (NIELSEN, 2001). Se ha sugerido que las vacas con alto mérito genético para la producción de leche serían impropias para los sistemas ecológicos, pues las restricciones de alimentos concentrados no permitirían cubrir sus altas demandas de energía en la lactación temprana. El déficit de energía consecuente podría provocar una pobre fertilidad y dañar la salud de los animales.

En estudios de simulación de balances alimentarios se señala que, bajo buenas condiciones de manejo de las vacas lecheras, se pueden obtener producciones de leche por encima de los 7.000 Kg/lactancia con alimentos voluminosos de alta calidad en los sistemas ecológicos, para lo cual es necesario que se permita un alto consumo de alimentos sobre todo al inicio de la lactación (KNAUS y col., 2001). En efecto, la producción media del rebaño lechero ecológico doble propósito en Dinamarca en el año 2000, compuesto por unos 504 rebaños y 43.999 vacas, fue de 7.459 Kg de leche corregida, unos 400 Kg menos que la media del rebaño convencional (NIELSEN, 2001). También en Suiza en un rebaño controlado donde se comparaba el comportamiento ecológico y convencional durante 9 años, el tratamiento ecológico produjo unos 8.300 Kg de leche corregida un 5% inferior al convencional, pero con menos tratamientos veterinarios y de mastitis (JONSSON, 2001).

El estudio de balance alimentario antes mencionado señala que para vacas que produzcan 6.000 Kg de leche/lactancia, durante los primeros tres meses de lactación, el suministro de concentrado debe ser un 29% de la ración total (base MS), si el forraje es de alta calidad, sin embargo si éste es de baja calidad debe incrementarse el concentrado hasta un 40%. Posteriormente con forrajes de buena calidad la cantidad de concentrado diaria es de unos 2 Kg/vaca/día como media, sin necesidad de adicionar al concentrado fuentes de proteína adicional, pero estas cantidades se duplican si la calidad del forraje es baja (KNAUS y col., 2001). En general estos autores recomiendan al inicio de la lactación en vacas altas productoras (8.000 Kg LCG/lactancia) concentrados con altos contenidos en energía y proteína sobrepasante a la fermentación ruminal.

Los reemplazos deben provenir, preferentemente, de la misma unidad, pero si esto no es posible, deben adquirirse en otra granja ecológica. Si los reemplazos ecológicos no estuvieran disponibles, un 10% máximo de novillas puede introducirse de granjas no ecológicas y con el permiso del órgano de certificación. Estos animales tendrían que estar durante un período de 12 semanas bajo manejo ecológico, antes de que su producción sea comercializada como ecológica.

El período de conversión de la tierra dedicada a pastos o cultivos normalmente es de 2 años. En el caso de las vacas, éstas tienen que ser alimentadas y manejadas por métodos ecológicos durante tres meses para que la leche pueda calificarse como ecológica, resultando en la mayoría de los casos que el período de conversión es de 2 años y 3 meses. Una «rápida conversión» se puede efectuar si durante los últimos tres meses de período de conversión de la tierra, se hace una planificación cuidadosa de la alimentación de las vacas lecheras. La conversión simultánea de tierra y ganado, como se realiza en los sistemas producción ecológica de carne y de oveja, es impracticable en la ganadería lechera, pues los productores tendrían que comprar alimentos ecológicos (concentrados y forrajes) fuera de su explotación a un alto costo durante los dos años de conversión de la tierra o durante el segundo año de la conversión.

ALOJAMIENTO Y CRIANZA

El mínimo espacio de los alojamientos para novillas es de 1.5 m^2/animal hasta los 100 Kg de PV, aumentando hasta los 5 m^2/animal para pesos mayores y con un valor mínimo de 1 m^2/100 PV para los animales que tengan más de 350 Kg de PV. Para las vacas lecheras el área interior mínima es 6 m^2/animal. Este bajo espacio mínimo permitido para el alojamiento de los animales lecheros se debe a la aplicación de la regulación europea. Un máximo del 50% de área del suelo (excluyendo los cubículos) puede ser ranurado. El alojamiento en cubículo es aceptable con tal de que la cama de los mismos sea limpia y adecuada. Se puede emplear como cama paja proveniente de producciones no ecológica. Los terneros no deben alojarse individualmente hasta después de los siete días de edad. Las jaulas para terneros fabricadas con malla de alambre se aceptan en las explotaciones ecológicas hasta los 14 días de edad, siempre que se permita el contacto con otros terneros y éstos no estén atados.

Todos los alojamientos para el ganado deben incluir una cantidad adecuada de cubículos para las pariciones y los animales enfermos, de forma que estos últimos se puedan aislar. Todas las granjas ecológicas también deben tener un área para el aislamiento y cuarentena de los animales comprados, al menos que el rebaño esté totalmente cerrado y nunca se efectúen compras en el exterior.

La inseminación artificial es permitida, pero se prohíbe trasplante de embriones y sincronización de estro. El uso de semen sexado está actualmente en discusión. El empleo de implantes de progesterona vaginal (por ejemplo, PRIDTM, CIDRTM) no se usa en la práctica, debido a que las normas ecológicas de producción exigen la retirada de la leche desde la aplicación de la hormona hasta varios días después de retirados los implantes.

La castración y el descornado se permiten en las explotaciones ganaderas ecológicas, pero tienen que ser justificadas y descritas con detalle en el plan de sanidad animal de cada unidad.

ALIMENTACIÓN

La producción ecológica de rumiantes debe maximizar el uso de forrajes (es decir, pasturas). Los sistemas basados en el no pastoreo no son aceptados, pero una alimentación suplementaria de forraje (buffer feeding) es permitida si se considera necesaria. Hasta ahora, la Soil Association de UK es el único organismo de certificación en Europa que ha puesto límites claros al nivel de forraje suplementario durante la estación de pastoreo. Este organismo estableció un máximo de suplementación al pastoreo del 20% de forraje en la ración diaria y en base de materia seca. Bajo circunstancias excepcionales (como los problemas de inclemencia climática) este valor puede subir hasta 50%.

Por lo menos 60% de la materia seca que consumen los rumiantes tienen que venir del forraje (diariamente) que excluye las dietas altas en concentrados que se permiten al inicio de la lactación. Por tal motivo, la calidad del heno y el ensilado es un asunto muy importante en las granjas lecheras ecológicas. Al menos el 60% del alimento tiene que venir de la misma unidad unida o de unidades ligadas (es decir, una unidad que utiliza el estiércol de la unidad donde está el ganado). Actualmente se permite la inclusión de 10% de alimentos no ecológicos anualmente, con un máximo de un 25% de alimento no ecológico ofrecido diariamente. Esta concesión se reducirá hasta no permitirse alimentos no ecológicos dentro de los próximos cinco años. La mayoría de las lecherías ecológicas se esfuerzan en la propia producción de los granos necesarios para la suplementación de los animales debido al alto precio en el mercado de los alimentos certificados como ecológicos.

Se ha sugerido que el alto contenido de proteínas de los pastos y ensilados ricos en tréboles unido a la dependencia de la producción propia de concentrados en granjas lecheras ecológicas, pudieran producir un déficit energético en los animales, principalmente al inicio de la lactación en vacas de alta producción. No obstante, no se ha informado ninguna evidencia de esto, sin embargo, en un estudio realizado en el UK sobre la incidencia de enfermedades se encontró niveles bajos de enfermedades metabólicas en los rebaños lecheros ecológicos (WELLER y col., 1996) y un estudio noruego sobre cetosis clínica informó que en los rebaños ecológicos se encontraban niveles más bajos de este desorden que en los rebaños convencionales (EBBESVIK, 1993). No obstante, es aconsejable que en los rebaños lecheros de alto rendimiento en conversión se implemente un sistema de monitoreo de la cetosis subclínica y de la condición corporal al inicio de la lactación (vea debajo).

La suplementación con minerales y la adición de elementos trazas se permite con el fin de cubrir las demandas nutritivas de los animales. Una lista de sustancias aceptadas se ofrece en las normas de producción ecológica e incluye los minerales que normalmente usados como el carbonato cálcico, el fosfato dicálcico, el sulfato o clorato de magnesio, etc. Sin embargo, algunos órganos de certificación del sector requieren de permisos para la adición de los suplementos minerales, es decir, la necesidad tiene que ser demostrada (por ejemplo, por el análisis de sangre, análisis de forraje, la historia de enfermedades, la situación de la enfermedad local, etc.). En estos casos se requiere una carta del veterinario de la granja que justifique tal suplementación.

En una encuesta a productores realizada en 1996 sugiere que las deficiencias minerales es una preocupación para los granjeros de lecherías ecológicas (RODERICK y col., 1996), pero los datos reales sobre el tema son muy escasos. Información inédita de un grupo pequeño de lecherías ecológicas en UK sugiere deficiencias de selenio, yodo, zinc y cobre y exceso de molibdeno y hierro en el forraje, lo cual puede ser un problema para los forrajes ecológicos en ciertos tipos

de suelo. En particular, se han encontrado niveles altos de molibdeno y hierro en los forrajes ricos en trébol rojo. El uso de estimuladores del consumo, como los azúcares o melazas, en las mezclas de minerales no se permite. Los compuestos estándar con aditivos minerales son permitidos por algunos órganos certificadores, mientras que otros requieren la demostración de la necesidad antes que estos compuestos se agreguen a las dietas.

Los terneros tienen que ser alimentados con leche ecológica (se acepta la leche en polvo desnatada ecológica o reemplazantes de la leche) durante los primeros tres meses de vida. También se exigen que los terneros sean alojados en grupo después de la primera semana de vida. Muchas granjas lecheras ecológicas optan por un sistema de amamantamiento múltiple empleando para ello a vacas viejas o con alto nivel de células somáticas en la leche.

LA SANIDAD ANIMAL Y LOS TRATAMIENTOS VETERINARIOS

Las normas de la producción ecológica europeas restringen el uso profiláctico de antibióticos y desalientan su uso ocasional, prolongando el período que la leche debe ser retirada al finalizar tales terapias. Por consiguiente, los problemas que se tratan rutinariamente con los antibióticos se han convertido en una preocupación para los productores de la leche ecológica. La mastitis se ha percibido a menudo como el principal problema de sanidad animal en la lechería ecológica (RODERICK y col., 1996). Aunque la mayoría de los estudios sugiere que la permanencia e incidencia de la mastitis en los rebaños ecológicos son similares a aquellos encontrados en los rebaños manejados de forma convencional (AUGUSTBURGER y col., 1988; OFFERHAUS y col., 1993; KRUTZINNA y col., 1996; WELLER y COOPER, 1996; SPRANGER, 1998,1999; ROIHA y NIEMINEN, 1999; SMOLDERS, 2001), un estudio en UK informó una alta ocurrencia de mastitis durante el período seco y de mastitis subclínica en rebaños ecológicos en comparación con los convencionales (HOVI y RODERICK, 1999). Este hallazgo puede reflejar un alto nivel profiláctico, especialmente de terapias basadas en antibióticos en el período seco de las vacas en las lecherías convencionales de UK, así como la dificultad de cambiar las prácticas que se basan en el uso de los insumos veterinarios rutinarios. Por otro lado, estudios anteriores en Noruega (EBBESVIK y LOES, 1994) y Dinamarca (VAARST y ENEVOLDSEN, 1994) sugieren una incidencia menor de mastitis clínica en rebaños ecológicos en comparación con convencionales, aunque un estudio más reciente, dinamarqués, muestra incidencias similares entre los dos sistemas (64 y 57 casos por año por 100 vacas en el sistema ecológico y convencional, respectivamente) (ANON, 1998).

Con relación a la alimentación de las vacas lecheras, las normas europeas de producción ecológica requieren dietas basadas en forrajes (60% de la materia seca diaria), producidas principalmente en la propia graja y restringe el uso de suplementos y las vitaminas sintéticas. Los datos disponibles sugieren que las vacas de lecherías ecológicas tienen una producción menor que las vacas en sistemas convencionales comparables (KRUTZINNA y col., 1996; ENEMARK y KJELDSEN, 1999; BYSTROM y col., 2002; HAMILTON y col., 2002; HOVI y col., 2002, en imprenta). Como argumento a la menor producción de leche de los rebaños ecológicos, se ha sugerido que las vacas lecheras con alto potencial genético alimentadas siguiendo las normas ecológicas, corren el riesgo de sufrir déficit de energético en la lactación temprana y pueden, por consiguiente, padecer de desórdenes metabólicos y reducción de la fertilidad (KRISTENSEN y PEDERSEN, 2001; KNAUS y col., 2001). Los datos existentes de la incidencia de desórdenes

metabólicos y digestivos en las vacas de granjas ecológicas, sin embargo, presentan un cuadro incierto. Algunos estudios hacen pensar en una disminución en la incidencia de enfermedades metabólicas en las explotaciones ecológicas en comparación con las convencionales (VAARST y ENEVOLDSEN, 1994; EBBESVIK y LOES, 1994; KRUTZINNA y col., 1996), aunque otros informan niveles similares de estos desórdenes en los dos sistemas (WELLER y COOPER, 1996; BYSTROM y col., 2002; HAMILTON y col., 2002). Un estudio noruego sugirió que la incidencia de la fiebre de la leche en rebaños lecheros ecológicos era más bajo que la incidencia global informada en el país (STRØM y OLESEN, 1997), mientras que en Finlandia se ha informado que incidencia de la fiebre de leche en los rebaños ecológicos está por encima del promedio nacional (ROIHA y NIEMINEN, 1999).

Considerando que la mayoría de las encuestas informan de menores niveles de producción en los rebaños manejados de acuerdo a las normas ecológicas y estos estudios no dan una explicación satisfactoria sobre las diferencias en los desórdenes metabólicos o digestivos en base al rendimiento, un estudio realizado por Gruber y col. (2000) no encontró ninguna diferencia significativa en los parámetros de salud entre el manejo ecológico y convencional cuando el nivel de producción de leche de ambos grupos era similar (5.868 Kg y 5.877 Kg por la lactación, respectivamente).

Por otro lado, las informaciones desórdenes en el comportamiento reproductivo y en la fertilidad en los rebaños lecheros ecológicos son contradictorios. Las encuestas realizadas en Suiza, Noruega, Suecia, Alemania y UK sugieren que los rebaños lecheros ecológicos no presentan más problemas relacionados con la fertilidad que los rebaños convencionales (AUGSTBURGER y col.; 1988, EBBESVIK y LOES, 1994; KRUTZINNA y col., 1996; HOVI y col., 2001; BYSTROM y col., 2002). En el contraste, Reksen et al. (1999) encontró que la fertilidad en vacas noruegas manejadas en sistemas ecológicos fue perjudicada durante la primera lactación y en vacas que se gestaron en invierno en vez que en verano, cuando se consideró en la comparación el nivel de producción de leche corregida energéticamente. Un estudio sueco encontró un nivel significativamente más bajo de tratamientos para la retención de placentas en rebaños lecheros ecológicos que en convencionales (HAMILTON y col., 2002). En los Países Bajos, Smolder (2001) informa de una baja incidencia en los tratamientos de fertilidad en 11 rebaños manejados de forma ecológica (1-26% de vacas).

Las normas de producción ecológicas requieren sistemas de alojamiento libre, camas adecuadas, limitan las densidades animales tanto en los alojamientos como en los pastos y en los alojamientos para las vacas lecheras, se promueve construcciones que permitan un adecuado desplazamiento y la salud de las pezuñas.

Otros requisitos importantes de las normas de producción animal ecológica, que benefician salud de las extremidades de las vacas, son las restricciones en el área de suelos ranurados y una alta proporción de forraje en las dietas rumiantes. Weller y Cooper (1996) en UK y Offerhaus y col. (1993) en Holanda informan menor incidencia de cojera en rebaños ecológicos que en convencionales, mientras que Vaarst (1995) en Dinamarca no encontró diferencia entre los dos sistemas. Un estudio más reciente en Dinamarca mostró que las lesiones de pezuñas y patas eran superiores en granjas ecológicas recientemente convertidas (ANON, 1998). Sin embargo, se reconoce que las diferencias estructurales de los alojamientos hace que las comparaciones entre países y en diferentes tiempos tengan un valor limitado y que los datos de cojera provenientes de los registros de las granjas son difíciles de interpretar.

Como el control de parásitos externos e interiores en los sistemas convencionales se basan en la aplicación rutinaria de agentes antiparasitarios, las restricciones en el uso de estos agentes en

los sistemas ecológicos requieren de importantes cambios en el manejo de la mayoría de los sistemas ganaderos que se convierten a la producción ecológica. Por tanto se requieren estrategias alternativas de control de los parásitos que un equilibrio sustentable entre los parásitos más comunes y el ganado bajo las condiciones ecológicas de manejo. Por consiguiente, el control de parásitos externos e internos se ha informado como una preocupación importante por los productores de ganado ecológicos en UK (HALLIDAY y col., 1991; RODERICK y HOVI, 1999). En una encuesta realizada en Suecia, Svensson y col. (2000) encontró una mayor frecuencia de información de menores ganancias de peso en los terneros durante su primera temporada de pastoreo, en comparación con el período invernal previo, en los granjeros ecológicos que los convencionales (17% vs. 5%).

Un estudio dinamarqués informó que en tres de once granjas entre el 7 y el 32% de las novillas mostraron señales clínicas de parásitos gastrointestinales durante la primera estación de pastoreo (VAARST y THAMSBORG, 1994). También se informó de pérdidas de producción, se detectaron infecciones subclínicas en un 10-15% de las novillas, y la presencia de parásitos pulmonares conllevó a que varias granjas realizaran tratamientos antihelmínticos. En Suecia, en 15 granjas examinadas durante dos estaciones, las novillas presentaron niveles moderados a bajos de parásitos gastrointestinales sin el uso de antihelmínticos (HÖGLUND y col., 2001). El control en este trabajo se basó en una combinación de manejos que incluían retrasos en llevar los terneros fuera de los alojamientos, el uso de cargas bajas y medias y suplementación alimentaria al inicio y final de la estación de pastoreo. Los problemas recurrentes de infección de parásitos de pulmón informados en las granjas ecológicas también son muy conocidos en los rebaños convencionales.

CONCLUSIONES

La producción ecológica de leche se presenta como una alternativa viable para los sistemas de producción de leche de bajos insumos y basados en una producción relativamente extensiva de producción de pastos y forrajes y donde exista un mercado para los productos ecológicos. Las restricciones en el uso de la medicina tradicional y las de suplementación que se establecen en los sistemas ecológicos no parecen tener consecuencia en los principales problemas de salud que se presentan en los rebaños lecheros. No obstante, la no utilización profiláctica de antibióticos y antihelmínticos requieren de buenos conocimientos y prácticas de manejo con el fin de garantizar una buena salud en las vacas lecheras ecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

ALLARD, G.; PELLERIN, D. (1998). L'approche biologique pour produire du lait autrement…Ca donne aussi des resultats a l'etable. Producteur de lait Quebecois. 18: 44-47.

EBBESVIK, M. (1993). Melkeproduksjon i okologisk landbruk. For, foring, helse og avdrott. Meierieposten 11: 316-317.

EBBESVIK, M.; LOES, A.K. (1994). Organic dairy production in Norway - feeding, health, fodder production nutrient balance and economy - results from the '30-farm-project, 1989-1992. In: Granstedt, A. and Koistinen, R. (Eds.). Converting to organic agriculture. Scand. Ass. Agr. Scient., Rapp., 93: 35-42.

HAGGAR, R.; PADEL, S. (1996). Conversion to organic milk production. IGER Technical Review no. 4.

HILLERTON, J.E. (1999). Balancing mastitis and quality. In: Proceedings, British Mastitis Conference, 1999, 31-36.

HOVI, M.; RODERICK, S. (2000). Mastitis and mastitis control strategies in organic milk production. Cattle Practice 8:3, 259-264.

JONSSON, B.S.E. (2001). Results the Öjebyn-project. Eleven year of organic production. In Breeding and feeding for animal health and walfere in organic livestock systems. Procc. 4, NAHWOA workshop, Wageningen, march 2001, pp. 123-140 The University of Reading.

KNAUS, W. F.; STEINWIDDER, A.; ZOLLITSCH, W. (2001). Energy and protein balance in organic dairy caw nutrition- model calculation based on EU regulation. In Breeding and feeding for animal health and walfere in organic livestock systems. Procc. 4, NAHWOA workshop, Wageningen, march 2001, pp. 141-154. The University of Reading.

KRISTENSEN, T.; KRISTENSEN, E.S. (1998). Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds. Livestock Production Science 54: 55-65.

KRUTZINNA, C.; BOEHNCKE, E.; HERRMANN, H.J. (1996). Organic milk production in Germanty. Biological Agriculture and Horticulture. 13: 351-358.

NIELSEN, L.A.H. (2001). Producktionsmaessige resultateri okologiske malkekvaegsbesaetninger. Arsrapport, Landsudvalget for kvaeg. Denmark, pp. 18-19.

RODERICK, S.; HOVI, M. (1999). Animal health and welfare in organic livestock systems: identification of constraints and priorities. A technical report to MAFF (Available from VEERU, see: the first author's address.)

RODERICK, S.; SHORT, N.; HOVI, M. (1996). Organic livestock production. Animal health and welfare research priorities. University of Reading. 30 pp. (Available from VEERU, see: the first author's address.)

SOIL ASSOCIATION (2000). The organic food and farming report 1999.

UKROFS (2000). The United Kingdom Register of Organic Farming Standards. Organic livestock production standards. UKROFS, 2000. http://www.maff.gov.uk/environ/ukrofs/livestan/livestan.pdf

VON WEBER, S.; PABST, K.; ORDOLFF, D.; GRAVERT, H.O. (1993). Fünfjahrige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung. 2. Mitteilung: Milchqualität und Tiergesundheit. Zuchtungskunde 65: 338-347.

WELLER, R.F.; COOPER, A.; WILKINSON, R. (1996). Animal health. In Conversion to organic milk production, IGER Technical Review no. 4: 96-111.

Valoración de aspectos relacionados con las posibilidades de implantación de sistemas de producción de carne de vacuno adaptados a la normativa de ganadería ecológica en la comarca de Montaña de Riaño (León)

E. SERRANO, P. LAVÍN Y A. R. MANTECÓN[1]

[1] Estación Agrícola Experimental del CSIC. Apdo. de Correos 788, 24080 León.

RESUMEN

En este trabajo se analizan algunas características de 41 explotaciones de ganado vacuno de la comarca de montaña de Riaño (Léon) indicativas de su capacidad para adaptarse al cumplimiento de la normativa básica que regula la agricultura y ganadería ecológicas. Para ello se consideraron aspectos relativos al tipo de instalaciones con que cuentan las explotaciones, al manejo sanitario y reproductivo, a la producción de alimentos para el ganado y a características raciales de la base animal. La información fue obtenida mediante la realización de encuestas en las explotaciones y corresponde a los años 1996, 1997 y 1998.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La comarca de Montaña de Riaño se sitúa al noreste de la provincia de León y tiene una altitud media de 1.314 m. En cuanto a la distribución del territorio según su utilización, se puede destacar el elevado porcentaje de superficie dedicada a prados y pastizales (31,9%) y a arbóreas (37,1%), la baja importancia relativa de las tierras de cultivo (1,7%) y el elevado porcentaje de terrenos sin un uso agrícola ni ganadero, catalogados como otras superficies (29,3%), e indicativos de un abandono creciente en el uso del territorio. La comarca de Montaña de Riaño cuenta, aproximadamente, con un 14% de las explotaciones de vacuno de la provincia, con el 12% del censo de ganado de ordeño y con el 32% del censo de no ordeño.

La mayoría de las zonas de montaña de Europa Occidental son sistemas ecológicos muy humanizados en los que muchos de los valores naturales, paisajísticos, etc. que aún conservan son fruto de la acción sobre el territorio de los sistemas agrarios. En muchas zonas de montaña, y dentro de ellas la montaña de León, los cambios económicos y sociales ocurridos en las últimas décadas han hecho variar de forma brusca las características de sistemas ganaderos mantenidos casi invariables durante siglos. El abandono del uso del territorio, en unos casos, o los nuevos usos surgidos de procesos de adaptación llevados a cabo por un mermado colectivo de ganade-

ros, en un clima de abandono institucional, de desconcierto y de desinformación, se han traducido en graves procesos de deterioro social, productivo y medioambiental.

La agricultura y la ganadería ecológicas, fundamentalmente esta última, constituyen un marco interesante para el desarrollo en la comarca de Montaña de Riaño de sistemas ganaderos sostenibles, viables económicamente, soportables en cuanto a sus exigencias sociales y de trabajo y reproducibles a largo plazo medioambientalmente (YIRIDOE y WEERSINK, 1997; LANDAIS, 1999), los cuales permitan revertir los procesos de deterioro que afectan a estas áreas.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el objetivo de este trabajo fue estudiar las características de las explotaciones de ganado vacuno de la comarca de montaña de Riaño más indicativas de su capacidad para adaptarse al cumplimiento de la normativa básica que regula la agricultura y ganadería ecológicas, Reglamento (CEE) 2.092/91 y Reglamento (CE) 1.804/1999 (LE GUILLOU y SHCARPÉ, 2002).

METODOLOGÍA

La información utilizada en este trabajo fue obtenida mediante la realización de encuestas directas en explotaciones productoras de carne de vacuno situadas en la comarca leonesa de Montaña de Riaño integradas en un «Proyecto Cárnico» de producción de carne de vacuno de calidad, corresponde a los años 1996, 1997 y 1998 y se refiere a características de las instalaciones, a características del manejo sanitario, reproductivo y de la producción de forrajes y a la composición racial de la base animal.

El número de explotaciones consideradas fue de 41 en el primer año, y de 35 en el tercer y cuarto años de estudio. El número de explotaciones comunes a los tres años fue de 33.

Una dificultad importante en la realización de este trabajo radicó en que muchas explotaciones no llevaban ningún tipo de contabilidad, ni siquiera elemental, de las actividades de la explotación y en que los registros referidos a variables técnicas y de manejo eran prácticamente inexistentes. Estas circunstancias supusieron una limitación importante a la hora de obtener información útil de las explotaciones.

RESULTADOS

Características de las instalaciones

Las características de las instalaciones dedicadas al alojamiento del ganado determinan, en gran medida, la eficacia de realización de algunos trabajos rutinarios de la explotación, las posibilidades de mecanización, el estado higiénico y el bienestar de los animales. Además, la valoración del tipo de instalaciones con que cuentan las explotaciones constituye un indicativo del esfuerzo de adaptación necesario de cara a iniciar una determinada actividad productiva y ayuda a entender ciertas decisiones y a valorar las distintas opciones de futuro de las explotaciones (DOBREMEZ y col., 1990).

La información recogida en relación con las características de las instalaciones fue la siguiente:

– Tipo de establo (*nave, cuadra tradicional, varias cuadras, nave más varias cuadras):* Las *cuadras de tipo tradicional* son edificios antiguos, en la mayoría de los casos integrados en el casco urbano del pueblo y, con frecuencia, asociados a la propia vivienda del ganadero. Este tipo de construcciones cuenta, en general, con una ventilación e iluminación deficientes y se asocian con explotaciones en las que labores de limpieza, extracción de estiércol o distribución de alimento, no pueden ser fácilmente realizadas. Se trata, además, de instalaciones que por sus características y situación son difíciles de ampliar o reformar. Es frecuente que debido al proceso de concentración e incremento de tamaño de las explotaciones ocurrido de forma generalizada en los últimos años, sea necesario alojar a los animales en *varias cuadras* de tipo tradicional, lo cual agrava aún más la situación antes descrita. En contraposición a los tipos de establos anteriores, se consideran los designados como *naves*. Esta denominación es utilizada para referirse a edificios de construcción reciente, situados generalmente fuera del casco urbano y con unas dimensiones y unas características de iluminación, ventilación etc. más adecuadas.
– *Características del establo:* La posibilidad de distribuir el alimento desde la parte delantera de los animales y la posibilidad de acceder al interior del establo con el tractor, así como disponer algún tipo de sistema de colección de residuos (estiércol y purines), pueden ser consideradas características básicas para la realización, dentro de unos límites aceptables de higiene, eficacia y comodidad, de algunas de las labores más rutinarias de las explotaciones. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, se registraron los siguientes aspectos relativos a las características de los establos: *forma de distribución del alimento (dispone / no dispone de pasillo de alimentación); posibilidad de acceso del tractor al interior del establo; suministro de agua corriente; suministro de energía eléctrica y sistema de colección de residuos.*

Otros aspectos considerados en relación con las características del equipamiento con que cuentan las explotaciones fueron los siguientes:

– *Maquinaria* (*tractor, empacadora, rotoempacadora).*
– *Tipo de sistema de ordeño:* Se consideraron tres posibilidades de sistema de ordeño mecánico: ordeñadora con depósito intermedio individual, que debe ser vaciado de forma manual periódicamente en el depósito general de almacenamiento de la leche hasta su recogida (*ordeñadora de cántaras*); ordeño en la cuadra con un sistema de conducción directo hasta el depósito de almacenamiento *(ordeño directo en cuadra)* y ordeño en sala con sistema de conducción directo hasta el depósito de almacenamiento *(ordeño directo en sala).*

En la Tabla I se recogen las características del establo y la disponibilidad de maquinaria de las explotaciones consideradas en los tres años de estudio.

El porcentaje de explotaciones que estabulaban a los animales en una cuadra de tipo tradicional osciló, para los tres años de estudio, entre el 20 y el 23%. Un porcentaje aún más elevado de explotaciones, entre el 34 y 39%, necesitaban estabular el ganado en varias *cuadras tradicionales*. Un porcentaje relativamente alto, en tomo al 20% de explotaciones, pese a contar con un establo de construcción reciente (*nave*), necesitaba utilizar, además, otras cuadras complementarias. Las explotaciones que cuentan con suministro de agua corriente y luz eléctrica son mayoritarias (en torno al 80%). Por el contrario, son claramente minoritarias las explotaciones

que cuentan con algún sistema de colección de residuos (entre el 6 y 11%), las explotaciones en las que el tractor puede acceder al interior del establo (entre el 14 y el 23%) y las explotaciones que cuentan con pasillo de alimentación (entre el 20 y el 29%).

La mayoría de las explotaciones cuentan con tractor y empacadora propios. El porcentaje de explotaciones que cuentan con rotoempacadora es, sin embargo, reducido, como por otra parte cabría esperar dadas las características de las instalaciones. Entre el 70 y el 89% de las explotaciones cuentan con el sistema de ordeño menos moderno de los tres considerados (*ordeñadora de cántaras*) y una única explotación cuenta con sala de ordeño. Esta circunstancia coincide con el resto de apreciaciones sobre las características de las instalaciones y con la situación de muchas explotaciones en cuanto a la disponibilidad de cuota de producción de leche y tiene, además, claras implicaciones sobre la continuidad de la actividad de producción de leche de estas explotaciones, si tenemos en cuenta las exigencias legales en cuanto a calidad higiénica de la leche.

Tabla I. Características de las instalaciones y disponibilidad de maquinaria

		año 1996	año 1997	año 1998
		nº y (%) de explotaciones		
Tipo de establo:	*nave*	9 *(21,95)*	7 *(20,00)*	9 *(25,71)*
	cuadra tradicional	8 *(19,51)*	8 *(22,86)*	8 *(22,86)*
	varias cuadras	16 *(39,02)*	13 *(37,14)*	12 *(34,28)*
	nave y cuadras	8 *(19,51)*	7 *(20,00)*	6 *(17,14)*
Características del establo:	*agua corriente*	33 *(80,49)*	27 *(77,14)*	28 *(80,00)*
	instalación eléctrica	33 *(80,49)*	27 *(77,14)*	28 *(80,00)*
	colección de residuos	3 *(7,32)*	2 *(5,71)*	4 *(11,43)*
	accede el tractor	8 *(19,51)*	5 *(14,28)*	8 *(22,86)*
	pasillo de alimentación	9 *(21,45)*	7 *(20,00)*	10 *(28,57)*
Maquinaria en propiedad:	*tractor*	39 *(95,12)*	34 *(97,14)*	34 *(97,14)*
	empacadora	37 *(90,24)*	32 *(91,43)*	32 *(91,43)*
	rotoempacadora	5 *(12,19)*	4 *(11,43)*	7 *(20,00)*
Tipo de sistema de ordeño:	*no ordeña*	12 *(29,27)*	13 *(37,14)*	15 *(42,86)*
	ordeñadora de cántaras	26 *(89,65)*	18 *(81,82)*	14 *(70,00)*
	ordeño directo en cuadra	2 *(6,90)*	3 *(13,64)*	5 *(25,00)*
	ordeño directo en sala	1 *(3,45)*	1 *(4,54)*	1 *(5,00)*

Características técnicas

La caracterización de un sistema de producción implica la consideración de las *técnicas* y *prácticas* utilizadas por los ganaderos. Las *prácticas* son el conjunto de actividades intencionadas y regulares que los agricultores desarrollan con la finalidad de llevar a cabo el proceso de producción y se desarrollan a partir de modelos teóricos y abstractos que constituyen las *técnicas*. Las *prácticas* pueden ser consideradas un indicador de la formación técnica de los ganaderos (LANDAIS y BALENT, 1995).

La información recogida en este apartado consiste en la descripción de las prácticas de los ganaderos referidas a tres aspectos básicos del funcionamiento de las explotaciones: manejo sanitario, manejo reproductivo y producción de alimentos para el ganado.

Manejo sanitario y características sanitarias

Un adecuado manejo sanitario es un requisito básico en el cumplimiento de las normas de producción ecológica. El estado sanitario es, además, un condicionante muy importante de la productividad y rentabilidad de las explotaciones. Estas circunstancias justifican el interés de conseguir una aproximación al manejo y estado sanitario de las explotaciones y, fundamentalmente, al grado de preparación técnica de los ganaderos en aspectos relativos al manejo sanitario.

Teniendo en cuenta las limitaciones, ya indicadas, en cuanto a la disponibilidad de información, los aspectos considerados en este apartado, referidos a las prácticas sanitarias rutinarias de las explotaciones fueron los siguientes:

- *Frecuencia de realización de la práctica de desparasitación interna de los animales.*
- *Frecuencia de realización de diagnósticos coprológicos.*
- *Medidas sanitarias preventivas tomadas con los animales adquiridos fuera de la explotación (ninguna, diagnóstico serológico, desparasitación interna, ambas).*
- *Adopción de algún tipo de medida sanitaria en caso de abortos (realización de algún tipo de prueba diagnóstica o adopción de medidas higiénicas específicas).*
- *Resultados de la Campaña Oficial de Saneamiento.*

En la Tabla II se presentan las características de las explotaciones relativas al manejo sanitario. Como aspectos más relevantes podemos destacar los siguientes: la mayoría de las explotaciones aplica periódicamente a los animales tratamientos de desparasitación interna (aproximadamente el 95% de las explotaciones), sin embargo ninguna realiza regularmente diagnósticos coprológicos con la finalidad de determinar la necesidad de aplicación y el producto de tratamiento más adecuado; la mayoría de las explotaciones (en torno al 75%) no toma ninguna medida sanitaria preventiva con los animales de nueva adquisición, ni en el caso de que existan casos de aborto en la explotación (en torno al 80%) y entre un 15 y un 20% de las explotaciones han tenido animales positivos a alguna de las enfermedades de las diagnosticadas en las Campañas Oficiales de Saneamiento Ganadero.

El contexto general que se puede describir en relación con las características sanitarias, a partir de la información anterior y de las apreciaciones derivadas del contacto habitual con las explotaciones, es de falta de conocimientos técnicos elementales referidos a aspectos sanitarios básicos por parte de la mayoría de los ganaderos, de una mala situación higiénica en la mayoría de las explotaciones (coherente en muchos casos con la situación ya descrita de las instalaciones) y de utilización indiscriminada de vacunas y medicamentos.

Otro punto importante a comentar dentro de la descripción de este contexto general es el desinterés manifestado por muchos ganaderos en la adopción de medidas que mejoren el estado sanitario de sus explotaciones, asociado a la ineficacia de la adopción de dichas medidas de forma individual, en ausencia de una regulación sanitaria eficaz para el conjunto de explotaciones que comparten los pastos comunales.

Tabla II. Características de las explotaciones relativas al manejo sanitario

	año 1996	año 1997	año 1998
	nº y (%) de explotaciones		
Desparasitación interna:	*39 (95,12)*	33 *(94,29)*	33 *(94,29)*
Realización de coprologías: ocasionalmente	2 *(4,88)*	2 *(5,71)*	3 *(8,57)*
regularmente	0 *(0,00)*	0 *(0,00)*	0 *(0,00)*
nunca	39 *(95,12)*	33 *(94,29)*	32 *(91,43)*
Medidas sanitarias preventivas en los animales adquiridos: ninguna	32 *(78,05)*	27 *(77,14)*	26 *(74,29)*
desparasitación	5 *(12,19)*	4 *(11,43)*	5 *(14,29)*
diagnóstico serológico	2 *(4,88)*	2 *(5,71)*	2 *(5,71)*
ambas	2 *(4,88)*	2 *(5,71)*	2 *(5,71)*
Adopción de medidas sanitarias en casos de aborto	5 *(25,00)*	3 *(16,67)*	3 *(15,79)*
Resultados de la última campaña oficial de saneamiento: positivos a brucelosis	5 *(12,19)*	4 *(11,43)*	5 *(14,29)*
positivos a tuberculosis	1 *(2,44)*	1 *(2,86)*	0 *(0,00)*
positivos a varias enfermedades	2 *(4,88)*	0 *(0,00)*	0 *(0,00)*

Manejo reproductivo

En cualquier sistema de producción de carne de vacuno y especialmente en los sistemas de zonas de montaña, la obtención de unos buenos rendimientos productivos, la optimización del aprovechamiento de los recursos propios de las explotaciones, la adaptación a un mercado con variaciones estacionales y la necesidad, en otros casos, de una cierta continuidad en la producción, exige una planificación global de la explotación en la que el control reproductivo (básicamente el momento de cubrición y la detección de vacas gestantes) ocupa un papel esencial (ORMAZABAL y OSORO, 1995; OSORO, 1995).

Un parámetro básico en el control reproductivo de las explotaciones es la duración del intervalo medio de tiempo transcurrido entre el parto y el inicio de la siguiente gestación. Esta variable constituye un indicador de la existencia o no de problemas reproductivos y de manejo general en las explotaciones (ORMAZABAL y OSORO, 1995).

Teniendo en cuenta los anteriores aspectos, esta parte de la encuesta se estructuró en distintas preguntas cuya finalidad fue, básicamente, conocer la situación técnica de las explotaciones en cuanto a manejo reproductivo. La información recogida fue la siguiente:

- *Utilización de métodos de agrupación de cubriciones:* Se consideraron tres tipos de respuestas en relación con la utilización de métodos de agrupación de cubriciones: explotaciones que no utilizan ninguna técnica de agrupación de cubriciones (*no utiliza*); que utilizan métodos de manejo, como la retirada de sementales (*de manejo*) y que utilizan tratamientos hormonales solos o en combinación con técnicas de manejo (*hormonales*).
- *Realización de diagnósticos de gestación rutinarios.*
- *Opinión del ganadero sobre la existencia de problemas relacionados con el manejo reproductivo en la explotación:* Se pidió a los ganaderos una estimación de la duración media del intervalo entre partos de su explotación y, a la vista del mismo, su opinión sobre la existencia o no de problemas reproductivos en la misma. Las respuestas obtenidas se clasifi-

caron en cinco grupos: explotaciones sin problemas reproductivos, en opinión del ganadero, pero en las que no se lleva ningún tipo de registro reproductivo (*no, pero no realiza control reproductivo*); explotaciones sin problemas reproductivos, en opinión del ganadero, en las que sí se llevan registros reproductivos (*no, y sí realiza control reproductivo*); explotaciones con problemas reproductivos pero en las que no se lleva ningún tipo de registro reproductivo (*sí, pero no realiza control reproductivo*); explotaciones con problemas reproductivos, en opinión del ganadero, en las que rutinariamente se realizan registros reproductivos (*sí, y sí realiza control reproductivo*) y explotaciones en las que el ganadero no es capaz de emitir un juicio en cuanto a la duración del intervalo parto/cubrición-gestación ni en cuanto a la existencia de problemas reproductivos (*no sabe*).

En la Tabla III se recoge la información correspondiente a las características del manejo reproductivo de las explotaciones. Como aspectos más destacados se pueden resaltar los siguientes: la mayoría de las explotaciones encuestadas no utilizan ninguna técnica de agrupación de cubriciones (en torno al 90%), no llevan ningún tipo de registro reproductivo (en torno al 80%), no consideran que tengan problemas relacionados con el manejo reproductivo (aproximadamente el 75%) y ninguna realiza diagnósticos de gestación rutinarios.

Tabla III. Características de las explotaciones relativas al manejo reproductivo

		año 1996	**año 1997**	**año 1998**
		nº y (%) de explotaciones		
Agrupación de cubriciones:	*no utiliza*	37 *(90,24)*	32 *(91,43)*	31 *(88,57)*
	de manejo	3 *(7,32)*	2 *(5,71)*	3 *(8,57)*
	hormonales	1 *(2,44)*	1 *(2,86)*	1 *(2,86)*
Realizan diagnóstico de gestación rutinario		0 *(0,00)*	0 *(0,00)*	0 *(0,00)*
Considera que tiene problemas reproductivos en su explotación:	*no, pero no realiza control reproductivo*	*24 (58,54)*	*20 (57,14)*	*20 (57,14)*
	no, y sí realiza control reproductivo	6 *(14,63)*	5 *(14,28)*	6 *(17,14)*
	sí, pero no realiza control reproductivo	8 *(19,51)*	7 *(20,00)*	6 *(17,14)*
	sí, y sí realiza control reproductivo	2 *(4,88)*	2 *(5,71)*	2 *(5,71)*
	no sabe	1 *(2,44)*	1 *(2,86)*	1 *(2,86)*

Actividad agrícola y producción de alimentos para el ganado

El objetivo de este apartado es realizar una aproximación elemental, al funcionamiento de lo que, desde un punto de vista teórico, se ha denominado *sistema forrajero* (DELORME y col., 1983). El *sistema forrajero* puede ser considerado como un órgano de control de las explotaciones, encargado de regular el equilibrio entre la producción de forrajes, discontinua a lo largo del año, y las necesidades nutritivas del rebaño. En sistemas de producción como los que nos ocupan, en los que tanto la rentabilidad de las explotaciones como el cumplimiento de la normativa de producción ecológica exige conseguir cubrir la mayor parte de las necesidades de los animales utilizando recursos propios de la explotación, fundamentalmente forrajes, un adecuado funcionamiento del sistema forrajero puede considerarse esencial (DELORME y col., 1983; THEAU y GIBON, 1995).

El adelanto de la primera fecha de corte permite incrementar la cantidad y calidad del forraje conservado. Un indicador de la intensidad y del nivel técnico en el aprovechamiento de las praderas de siega y, por tanto, de la optimización en el aprovechamiento de los recursos forrajeros de la explotación, puede ser el número de cortes obtenidos. La henificación es la forma más tradicional de conservación del forraje y las más extendida en la montaña de León. La aplicación de esta forma de conservación requiere condiciones climatológicas muy favorables, lo que implica, en muchos casos, la necesidad de retrasar el momento de la siega con la consiguiente merma sobre la calidad del forraje segado. La técnica del ensilado puede ser realizada en condiciones climatológicas relativamente adversas, lo cual permite adelantar la fecha de siega y, por consiguiente, la calidad del forraje segado (MUSLERA y RATERA, 1991).

La información considerada en este apartado fue la siguiente:

- *Producción agrícola de la explotación:* se consideraron tres grupos de explotaciones en función de su actividad agrícola: explotaciones que no realizan ningún tipo de actividad agrícola (*de ningún tipo*), explotaciones que producen algún tipo de forraje cultivado (*forrajes*) y explotaciones productoras de cereales o leguminosas grano (*cereales o leguminosas grano*).
- *Intensidad de aprovechamiento de las praderas naturales:* uno de los aspectos sobre los cuales se preguntó a los ganaderos fue el *número de cortes* obtenidos en las praderas de siega de la explotación. Las explotaciones se clasificaron en función de las respuestas obtenidas en tres grupos: explotaciones que únicamente realizan un aprovechamiento mediante siega en todas las parcelas (*1 corte en todas las parcelas*); explotaciones que realizan dos aprovechamientos mediante siega en algunas parcelas (*2 cortes en algunas parcelas*) y explotaciones que *no siegan*.
- *Producción de ensilado:* teniendo en cuenta la existencia de explotaciones que compran maíz forrajero para ensilar, se consideraron 4 opciones en cuanto a la producción de ensilado: explotaciones que *no hacen silo*, que hacen silo *de hierba*, que hacen silo *de maíz* y que hacen silo *de hierba y de maíz.*

Como aspectos más destacados de la información manejada en este apartado (Tabla IV) se pueden comentar los siguientes:

En primer lugar, la existencia de una actividad agrícola prácticamente nula en las explotaciones. Esta es una situación descrita con frecuencia en las áreas desfavorecidas, en general, y en las áreas de montaña, en particular, y puede ser atribuida al bajo rendimiento de estas zonas en comparación con otras con condiciones climatológicas y edáficas más favorables, al abandono de la economía de autoabastecimiento, al incremento en la posibilidad de comprar alimentos para el ganado y a la reducción en la presión demográfica, que permite disponer de superficies más amplias por explotación (LASANTA, 1989; GARCÍA, 1991; MAYA y col., 1991; BALENT y GIBON, 1996).

La mayoría de las explotaciones (casi el 75% en los 3 años) realizan un único corte en todas las parcelas, lo cual indica una baja intensidad en el aprovechamiento de las praderas de siega. La apreciación anterior se ve, además, corroborada por otras observaciones como la escasa frecuencia de prácticas de abonado o el abandono de los sistemas de riego.

Como cabría esperar, teniendo en cuenta la información comentada anteriormente y la descrita en el apartado relativo a las características de las instalaciones, son pocas las explotaciones que utilizan la técnica del ensilado para la conservación de los forrajes producidos en la explotación.

Tabla IV. Características relativas a la actividad agrícola y a la producción de alimentos para el ganado

	año 1996	año 1997	año 1998
	nº y (%) de explotaciones		
Actividad agrícola: de ningún tipo	34 *(82,93)*	29 *(82,86)*	29 *(82,86)*
forrajes	6 *(14,63)*	6 *(17,14)*	6 *(17,14)*
cereales o leguminosas grano	1 (2,44)	1 (2,86)	1 (2,86)
Nº de cortes: 1 en todas las parcelas	30 *(73,17)*	26 *(74,28)*	26 *(74,28)*
2 en algunas parcelas	10 *(24,39)*	8 *(22,86)*	8 *(22,86)*
no siegan	1 *(2,44)*	1 *(2,86)*	1 *(2,86)*
Producción de ensilado: no hacen silo	27 *(65,85)*	25 *(71,43)*	22 *(62,86)*
de hierba	12 *(29,27)*	7 *(20,00)*	11 *(31,43)*
de maíz	2 *(4,88)*	2 *(5,71)*	1 *(2,86)*
hierba y maíz	0 *(0,00)*	1 *(2,86)*	1 *(2,86)*

La información recogida en este apartado indica un nivel muy bajo de aprovechamiento de los recursos forrajeros de las explotaciones. Esta situación, que constituye un rasgo común con el proceso de evolución de los sistemas ganaderos de otras zonas de montaña y con connotaciones importantes sobre la economía de las explotaciones (DOBREMEZ y col., 1990; OLAIZOLA y col., 1995), puede ser atribuida a varias circunstancias, entre las que destacan las siguientes: la escasa preparación técnica, la posibilidad, ya comentada, de compensar el déficit en la cantidad y calidad de los forrajes obtenidos mediante la adquisición de alimentos fuera de la explotación, la elevada parcelación de las explotaciones y la ausencia de regulación eficaz del sistema de arrendamiento, que asegure la disponibilidad a largo plazo de la superficie arrendada haciendo rentables las inversiones en su mejora (ARNALTE y RAMOS, 1988).

Características raciales de la base animal de las explotaciones

En sistemas de producción ligados al medio, como son los practicados en zonas de montaña, la raza explotada es un factor condicionante de gran importancia. La raza elegida determina, en primer lugar, las posibilidades de manejo y productivas del rebaño de reproductoras y su capacidad para aprovechar los recursos naturales disponibles y, en segundo lugar, los tipos, características y valor de los terneros producidos (RODRÍGUEZ y ALFAGEME, 1996; SANTOLARIA y col., 1997; D'HOUR y col., 1998).

En los años 30 se introdujo en la montaña de León la raza Parda. Durante las cuatro décadas siguientes esta raza sustituyó paulatinamente a las razas explotadas anteriormente y constituyó la base de los sistemas tradicionales de explotación del ganado vacuno de la montaña de León (GARCÍA-DORY, 1984; RODRÍGUEZ, 1987). La ganadería de las zonas de montaña está inmersa en profundos procesos de cambio. Algunos de estos cambios están relacionados con variaciones en las razas de ganado explotadas y en la composición racial de los rebaños (DOBREMEZ y col., 1990).

Para describir la composición racial del censo de reproductoras se establecieron varios grupos raciales: en lo que respecta a animales de raza pura, se distinguió entre reproductoras de raza *Parda, Frisona, Limusín, Asturiana* (que agrupa a las razas Asturiana de los Valles y de la Montaña), *Charolesa* y *otras razas*; el efectivo de reproductoras cruzadas se clasificó en *Parda x Limusín, Parda x raza cárnica, Frisona x raza cárnica* y *otros cruces*.

En la Figura 1 se recoge la composición racial del censo total de reproductoras de las explotaciones estudiadas en el año 1998.

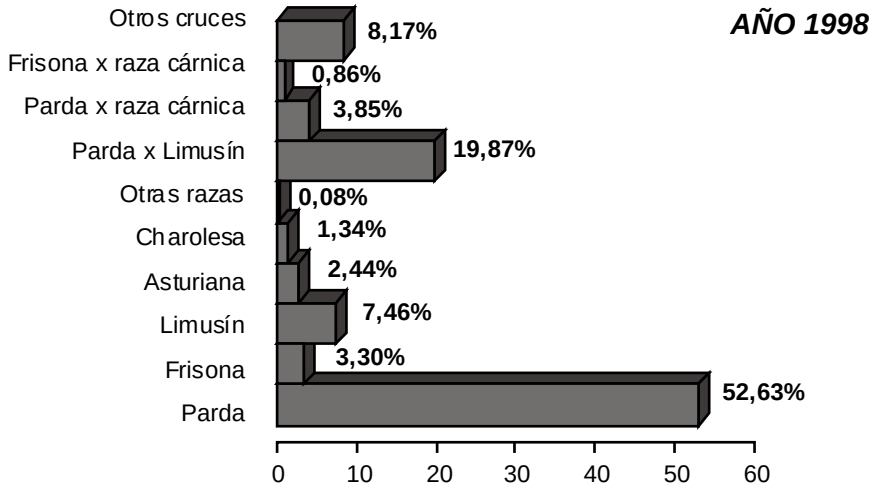


Figura 1. *Parda (%), Frisona (%), Limusín (%), Asturiana (%), Charolesa (%), otras razas (%): porcentaje de reproductoras de las razas Parda, Frisona, Asturiana de los Valles o de la Montaña, Charolesa y de otras razas, respectivamente. Parda x Limusín (%), Parda x raza cárnica (%), Frisona x raza cárnica (%), otros cruces (%): porcentaje de reproductoras procedentes del cruce de Parda por Limusín, Parda por otra raza cárnica; Frisona por una raza cárnica y otros cruces, respectivamente*

En la Tabla V se recogen los valores medios, máximos y mínimos de la proporción de las distintas razas en la composición racial de las explotaciones. Esta información, a diferencia de la representada en la Figura 1, tiene en cuenta la composición racial de las explotaciones consideradas individualmente, con la finalidad de apreciar si las distintas razas que componen el censo de reproductoras se distribuyen o no en explotaciones especializadas en razas concretas.

De las 35 explotaciones estudiadas en los años 1997 y 1998, en tan sólo 9 y 7, respectivamente, el censo de reproductoras estaba constituido en su totalidad por una sola raza (de ellas 7 explotaciones eran de raza Parda y 2 de raza Limusín en 1997, y 6 explotaciones eran de raza Parda y 1 de raza Limusín en 1998). De las explotaciones restantes, sólo 8 contaban un porcentaje igual o superior al 70% de reproductoras de una raza y en todos los casos se trataba de animales de raza Parda. En el año 1997, dos explotaciones contaban con más del 70% de reproductoras procedentes del cruce de raza Parda por Limusín. En el año 1998 esta situación se registraba en una explotación.

De la información comentada se deduce, en primer lugar, la existencia de una gran diversidad racial en las explotaciones productoras de carne de vacuno de la montaña de León. Esta diversidad se refiere tanto al censo global como a la distribución de las distintas razas en las explotaciones. En segundo lugar, es posible deducir que, aunque la raza Parda sigue siendo mayoritaria, la raza Limusín, una raza especializada en la producción de carne, adquiere una importancia creciente.

Tabla V. Composición racial (%) de las explotaciones en los años 1997 y 1998

	año 1997			*año 1998*		
	Media	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Mínimo**	**Máximo**
Parda (%)	56,30	0,00	100,00	57,61	0,00	100,00
Frisona (%)	4,87	0,00	63,00	3,22	0,00	30,43
Limusín (%)	9,80	0,00	100,00	9,08	0,00	100,00
Asturiana (%)	1,66	0,00	33,90	2,84	0,00	50,00
Charolesa (%)	1,56	0,00	22,22	1,52	0,00	31,43
otras razas (%)	0,25	0,00	5,88	0,06	0,00	2,08
Parda x Limusín (%)	17,31	0,00	83,33	15,80	0,00	83,33
Parda x raza cárnica (%)	3,08	0,00	42,31	4,32	0,00	50,00
Frisona x raza cárnica (%)	1,25	0,00	20,00	1,31	0,00	23,08
otros cruces (%)	3,92	0,00	84,21	4,25	0,00	91,15

Parda (%), Frisona (%), Limusín (%),Asturiana (%), Charolesa (%), otras razas (%): porcentaje de reproductoras de la razas Parda, Frisona, Asturiana de los Valles o de la Montaña, Charolesa y de otras razas, respectivamente. *Parda x Limusín (%), Parda x raza cárnica (%), Frisona x raza cárnica (%), otros cruces (%):* porcentaje de reproductoras procedentes del cruce de Parda por Limusín, Parda por otra raza cárnica, Frisona por una raza cárnica y otros cruces, respectivamente.

CONCLUSIONES

Las características de las explotaciones estudiadas (instalaciones, manejo sanitario, manejo reproductivo, producción de alimentos para el ganado y características raciales de la base animal) indican la dificultad de integración de estas explotaciones en un sistema de producción ecológico.

La situación general descrita apunta claramente hacia la necesidad de acometer, previamente a cualquier acción directa dirigida a incluir a estas explotaciones en sistemas ganaderos ecológicos, procesos de formación e información de los ganaderos sobre distintos aspectos y exigencias de la producción ecológica y planes de apoyo dirigidos a la mejora de sus estructuras productivas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el desarrollo del proyecto CYCYT-FEDER 1FD1997-0776 y del contrato de investigación entre el CSIC y la empresa «Núcleo de Explotaciones Agropecuarias de León, NEAL, S. A.».

BIBLIOGRAFÍA

ARNALTE, E.; RAMOS, E. (1988). Arrendamiento y ajuste estructural en la agricultura española. *Agricultura y Sociedad, 49*: 177-208.

BALENT, G.; GIBON, A. (1996). Organisation collective et individuelle dans la gestion des ressources pastorales: conséquences sur la durabilité agroécologique des ressources. En: *The optimal exploitation of marginal Mediterranean areas by extensive ruminant production system.* (Zervas, N. et Boyazoglu, J., eds.). pp. 365-375. EAAP Publication nº 83. Elsevier. Amsterdam (Holland).

D'HOUR, P.; REVILLA, R.; WRIGT, I.A. (1998). Possible adjustments of suckler herd management to extensive situations. *Productions Animales, 11*: 379-386.

DELORME, Y.; FABRE, B.; NOCQUET, J. (1983). Le système fourrager: organe de contrôle dans les exploitations agricoles. *Agriscope*, *1*: 54-63.

DOBREMEZ, L.; LIENARD, G.; BARRET, M. (1990). Systèmes de production laitière en montagne: Evolutions récentes et adaptations possibles. Exemple d'exploitation en Haute-Loire. *INRA Production Animal*, *3*: 329-345.

GARCÍA, J. (1991). Sobre la montaña como hecho geográfico. *Agricultura y Sociedad, Suplemento 1991*: 7-64.

GARCÍA-DORY, M.A. (1984). Datos sobre las cualidades productivas lecheras de la raza bovina Mantequera Leonesa y sobre el proceso histórico de su desaparición. En: *Estudios sobre la Montaña*. pp. 127-132. Asociación para el Estudio y Protección de la Naturaleza, URZ. León (España).

LE GUILLOU, G.; SHCARPÉ, A. (2002). La agricultura ecológica. Guía sobre la normativa comunitaria. *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, *192*: 253-284.

LANDAIS, E. (1999). Agriculture durable et plurifonctionnalité de l'agriculture. *Fourrages*, *160*: 317-331.

LANDAIS, E.; BALENT, G. (1995). Introduction à l'étude des systèmes d'élevage extensif. En: *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer.* (Landais, E. ed.). pp. 13-35. INRA Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement nº 27. INRA. Dijon (France).

LASANTA, T. (1989). *Evolución reciente de la agricultura de montaña: el Pirineo Aragonés.* Monografías Científicas 1. Geofoma Ediciones. Logroño (España).

MAYA, A.; PASCUAL, M.; GÓMEZ-SAL, A. (1991). Propiedad comunal y ocupación del espacio en el sector occidental de la provincia de León. En: *Actas del VI coloquio de Geografía Rural.* Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid (España).

MUSLERA, E.; RATERA, C. (1991). *Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento.* Mundi-Prensa. Madrid (España).

OLAIZOLA, A.M.; MANRIQUE, E.; MAZA, M.T. (1995). Tipos de sistemas de producción y rendimientos económicos en las explotaciones de vacuno de montaña. *ITEA, Producción Animal*, *91A*: 47-58.

ORMAZABAL, J.J.; OSORO, K. (1995). Efecto del manejo en el rendimiento reproductivo del vacuno de came. *Bovis*, *66*: 59-81.

OSORO, K. (1995). Conocimientos básicos para el manejo eficiente de sistemas de producción animal en pastoreo. *Bovis*, *66*: 13-35.

RODRÍGUEZ, A.A.; ALFAGEME, L.A. (1996). Características técnico-económicas de los sistemas productivos de carne vacuna del Principado de Asturias. *ITEA, Producción Animal*, *92A*: 77-91.

RODRÍGUEZ, B. (1987). *La cabaña bovina leonesa.* Universidad de León. León (España).

SANTOLARIA, P.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; CAMPO, M.M. (1997). Estudio de la calidad organoléptica de la carne de añojo de siete razas españolas mediante una prueba de consumidores. *ITEA Producción Animal*, *93*: 89-97.

THEAU, J.P.; GIBON, A. (1995). Mise au point d'une méthode pour le diagnostic des systèmes fourragers. Application aux élevages bovin viande du Couserans. En: *Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer*. (Landais, E. ed.). pp. 323-349. INRA Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement nº 27. INRA. Dijon (France).

YIRIDOE, E.K.; WEERSINK, A. (1997). A review and evaluation of agroecosystem health analysis: the role of economics. *Agricultural Systems*, *55*: 601-626.

Producción de carne de vacuno en sistema ecológico: requisitos e incidencias económicas, un caso práctico

P. EGUINOA, J. MANGADO, J. ASIAIN, J. SAEZ, F. MAEZTU

ITG Ganadero. Carretera el Sadar, s/n. 31006 Pamplona.

RESUMEN

En los últimos años han concurrido numerosos factores que han hecho reflexionar sobre la necesidad de revisar la política agraria de la Unión Europea. El objetivo principal tradicional de alcanzar un nivel elevado de autoabastecimiento alimentario intensificando la producción, se ve ahora enfrentado con la mayor preocupación por el entorno, el medio ambiente, la calidad de los alimentos y la seguridad alimentaria. La contaminación edáfica y de las aguas superficiales debida a las actividades agrícolas es un problema que ha ido en aumento. Todo ello ha supuesto una mayor preocupación social surgiendo planteamientos de cambio hacia una agricultura más respetuosa con el medio o agricultura ecológica.

En 1991 el Consejo aprobó el reglamento CEE nº 2.092/91, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Este reglamento ha sido revisado varias veces y en 1999 (CEE Nº 1.804/1999) incluye la cría de animales en su ámbito de aplicación.

La aprobación de estos reglamentos supone la creación de un marco legal en el que se determina los requisitos que debe cumplir un producto agrario o un alimento para poder llevar una referencia del método de producción ecológico. Se trata de una normativa en la que se definen los métodos de obtención de productos vegetales y animales, además de regular el etiquetado, la transformación, la inspección y el comercio de los productos ecológicos dentro de la Comunidad Europea y la exportación de dichos productos a terceros países.

Paralelamente ha aumentado el interés de los consumidores y de la distribución por los productos ecológicos. Este aumento en la demanda ha permitido que la agricultura y ganadería ecológica estén saliendo de su marginalidad, con un ritmo de conversión anual en torno al 25% (FOSTER y LAMPKIN, 1999; SOIL ASSOCIATION, 2001). No obstante, la oferta es insuficiente en determinados mercados (cereales) mientras que en otros no existen canales de comercialización estables (carnes en general, leche…). Así pues, la comercialización es un aspecto clave en el desarrollo de un sistema ecológico. Aunque la sociedad actual está más preocupada por su salud y por los alimentos que consume, no dispone de los alimentos ecológicos tan fácilmente como dispone de los alimentos convencionales. Ello unido al mayor coste de los productos ecológicos supone un freno al desarrollo de este sistema de producción.

A través de un caso práctico hemos podido ver que la conversión a la producción ecológica de sistemas semi-extensivos de vacuno de carne con disponibilidad de base territorial no tiene

muchas complejidades en cuanto a manejo, siendo su principal problema hoy en día la comercialización del producto como ecológico y con la consiguiente plusvalía que dicha producción implica.

INTRODUCCIÓN

En el 2001 la superficie agrícola nacional destinada a la agricultura ecológica ha aumentado un 27,4% respecto al año 2000, representando un 1,5% de la superficie agrícola útil española, siendo 4,5 veces mayor que hace 5 años. En Navarra el número de productores inscritos en agricultura ecológica en el año 2001 fue de 599 con una superficie total de 19.060 Ha, lo que supone a nivel nacional el 3,8% y 3,9%, respectivamente. El consumo nacional de productos ecológicos crece un 10% anual aunque no supone más de un 1% del consumo alimentario (MAPA, 2002). Teniendo en cuenta la buena imagen de estos productos y la sensibilización de los consumidores relacionado con el consumo de productos cárnicos (EEB, dioxinas, OMG…), los distribuidores de productores ecológicos quieren dar seguridad y tranquilidad al consumidor. En este contexto, la producción de carne ecológica puede llevarse a cabo. Hoy en día la distribución de dichos productos ecológicos la llevan a cabo organismos, asociaciones o cooperativas de consumo (Trigo Limpio, Bio Alai, Bizigai, Sumendi…).

Las zonas de praderas, zonas desfavorecidas o de montaña y dehesas, son zonas tradicionalmente orientadas a la producción de carne. Estos sistemas se benefician de una buena imagen (producción extensiva, animales en pastoreo…), pero su renta es muy baja. El modo de producción ecológica puede presentar una oportunidad para estos productores puesto que sus prácticas agronómicas son muy semejantes a las exigidas por la normativa europea sobre la producción en ecológico (GARCÍA TRUJILLO, 2000).

En última instancia, el desarrollo de la producción ecológica, y por tanto del número de conversiones, dependerá de la rentabilidad relativa de los sistemas ecológicos directamente relacionado con el valor añadido o plusvalía del precio de venta del producto. A este respecto existen algunos estudios sobre el precio que estarían dispuestos a pagar los consumidores por los productos ecológicos, aunque no son muy concluyentes, barajándose sobreprecios entre un 25 y 50% (SÁNCHEZ, 2002; comunicación personal).

El objetivo de este estudio es presentar los cambios necesarios para la conversión de explotaciones de vacuno de carne convencionales hacia una producción ecológica, acompañado de un caso práctico.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

La agricultura ecológica es el resultado de una serie de reflexiones y de varios métodos alternativos de producción que se han ido desarrollando desde principios de siglo (LAMPKIN, 1998).

En los años 50, el principal objetivo de la agricultura era el de satisfacer las necesidades inmediatas de alimentos y mejorar el nivel de autoabastecimiento de la Comunidad Europea mediante un fuerte incremento de la productividad. Es lógico que en ese contexto la agricultura ecológica no tuviera demasiado éxito.

A finales de los años 60, y sobre todo en los 70, empieza a surgir una toma de conciencia importante sobre la necesidad de proteger el medio ambiente. Se crean nuevas asociaciones en las que participan productores, consumidores y demás personas que se interesan por la ecología y por una vida más ligada a la naturaleza. Estas organizaciones redactan sus propias normas de producción que deben ser respetadas.

En los años 80 es cuando se produce la verdadera evolución de la agricultura ecológica, debido al gran interés por esta nueva forma de producción en la mayoría de los países europeos y en otros países como Estados Unidos, Canadá, Australia y Japón. Los consumidores adquieren conciencia por la seguridad alimentaria y el respeto al medio ambiente, generándose sinergia entre productores, transformadores y distribuidores que origina el desarrollo de un sistema de producción ecológico. Es entonces cuando los servicios administrativos oficiales empiezan poco a poco a reconocer la agricultura ecológica e integrarla en sus investigaciones y aprobar una legislación específica. Se comienzan a conceder subvenciones a este tipo de agricultura en los Estados miembros.

A finales de los años 80 se consigue el autoabastecimiento alimentario en la Europa comunitaria, por lo que la política agraria común comenzó a interesarse en mayor medida por otros objetivos como el fomento de los productos de calidad y la protección del medio ambiente en la agricultura. Estos dos objetivos han dado amplias posibilidades de desarrollo al sector de la agricultura ecológica.

Ya en los 90, para lograr que la agricultura ecológica se implantara de manera creíble, se aprobó un marco legal (Reglamento CEE Nº 2.092/91). En noviembre de 1998, el IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) adoptó unos Pliegos de Condiciones Marco de la Agricultura Ecológica y de la Transformación. En 1999, la Comisión del Codex Alimentarius (Código alimentario) adoptó unas directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de los alimentos producidos ecológicamente. En el mismo año la FAO aprobó un programa de trabajo sobre la agricultura ecológica, encaminado fundamentalmente a fomentar el desarrollo de este método de producción en los países en vías de desarrollo. Y también fue en 1999 cuando se hizo una modificación del Reglamento CE 2.092/91 para introducir aspectos relacionados con la producción animal ecológica, dando lugar al Reglamento (CE) nº 1.804/1999 del Consejo de 19 de julio de 1999. El desarrollo, seguimiento y control de este Reglamento depende, en la mayoría de los casos, de los consejos de Agricultura Ecológica territoriales. Estos organismos dependen a su vez de las consejerías o departamentos de Agricultura de cada Comunidad Autónoma. En Navarra es el Consejo de la Producción Agraria Ecológica de Navarra (CPAEN) quien asume las funciones de certificación y asesoramiento del sector.

GANADERÍA ECOLÓGICA

La intensificación de la producción ganadera ha supuesto graves problemas medioambientales y de bienestar animal motivados por la concentración masiva de animales en espacios reducidos. Esta necesidad de incrementar la producción ha llevado, en algunos casos, a un empleo abusivo de hormonas, estimuladores del apetito, medicamentos…

La producción animal ecológica se basa en un sistema de producción extensivo en el que uno de los principios elementales es el fuerte vínculo existente entre los animales y la base territorial. Esto obliga a que los animales tengan acceso a zonas de ejercicio al aire libre y a que la ali-

mentación que reciben no sólo sea ecológica, sino que además en todo lo posible sea producida en la propia explotación.

El sistema de producción ganadera ecológico integra el ganado (una o varias especies) y la base territorial en la que se lleva a cabo una rotación de cultivos. La producción agrícola es transformada en producciones animales y estiércol generado por el ganado sustituye los nutrientes extraídos del suelo, cerrándose así el ciclo vital y obteniéndose el equilibrio del sistema.

Los principios básicos de la producción de vacuno de carne en un sistema ecológico son:

Alimentación

Los rumiantes son consumidores primarios de alimentos fibrosos y los transforman en producción animal (carne, leche, fibra), base de la alimentación de los consumidores secundarios.

En producción ganadera en ecológico tiene gran importancia la rotación de cultivos alternando praderas y cultivos forrajeros de escarda. El objetivo en praderas debe ser el equilibrio entre gramíneas y leguminosas para conseguir alimentos completos, a la vez que restituirá al suelo las extracciones de nitrógeno en base a la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de las leguminosas.

La cría de ganado sano y longevo depende tanto del cuidado de los animales desde el nacimiento como de la forma en que han sido seleccionados y de los tratamientos hechos a la madre. La alimentación con calostro está reconocida en la actualidad como algo esencial relacionado con el bienestar de los animales jóvenes, proporcionándoles inmunidad contra las enfermedades comunes. El destete natural, sin forzar la separación de la madre de sus crías, es un aspecto importante. En el caso de que el destete sea forzado, se realizará cuando los terneros tengan al menos 3 meses de edad.

En ganadería ecológica debe existir un balance adecuado entre los alimentos con fibra (forrajes) y los concentrados, así se establece que al menos el 60% de la materia seca de la ración de los rumiantes debe basarse en forrajes, bien sea heno, ensilado o pastoreo. Los concentrados empleados deben ser piensos ecológicos que en todo lo posible se deben producir en la propia explotación. En caso de que no sea posible está autorizada la inclusión de un 30% como máximo de la fórmula alimentaria de piensos en conversión, y el porcentaje se puede elevar hasta un 60% en el caso de que los productos procedan de la propia explotación. También está permitido en los rumiantes un aporte de un 10% de alimentos convencionales, en el caso de que sea imposible aportar alimentos ecológicos o en conversión. Queda totalmente prohibida la utilización de organismos genéticamente modificados (OGM).

En las explotaciones ecológicas el uso de leguminosas (en grano y/o forrajes) debería cubrir al máximo las necesidades en proteína.

Los cultivos de raíces (nabo, remolacha forrajera, patata…) son adecuados en el invierno por su aporte energético y palatabilidad, que junto con la proteína de los ensilados y el heno hacen una dieta equilibrada. Además estos cultivos de raíz pueden ir encajados perfectamente en la rotación de cultivos.

Las vitaminas y minerales necesarias deberían ser aportadas por la ración, ya que debido a las rotaciones de cultivos, éstos deberían aportar cantidades suficientes. En el caso de que esto no fuese así se puede aportar un complemento mineral al pienso o al terreno de cultivo, pero lo ideal es analizar las causas que provocan estas deficiencias y corregirlo mediante las prácticas culturales o de manejo del terreno de cultivo.

Está prohibido aportar en el pienso estimuladores de crecimiento como hormonas o antibióticos, los piensos medicamentosos y otros aditivos.

Manejo reproductivo

La continuidad de una explotación ganadera dependerá del acierto en la transferencia de las características deseables de una generación de animales a la siguiente. En los sistemas ecológicos estas características deben incluir rusticidad y longevidad, además de las otras medidas de productividad.

En ganadería ecológica en principio la reproducción de los animales deberá basarse en métodos naturales, aunque sí está autorizada la inseminación artificial. El resto de formas de reproducción artificial o asistida (sincronización de celos, transferencia de embriones…) no están permitidas.

Bienestar animal, estabulación, carga y transporte

El bienestar animal es un principio básico en los sistemas de producción ecológica. El animal debe tener libertad de movimiento, un área de reposo confortable, área de ejercicio, ventilación e iluminación natural, acceso fácil a la alimentación y al agua…

Se limitan algunas prácticas como el descornado, corte de colas, etc. Está prohibido mantener atados a los animales en explotaciones construidas después de agosto de 2000. Los animales se podrán atar en aquellas explotaciones de construcción anterior y en pequeñas explotaciones siempre que se asegure que los animales hacen un mínimo de ejercicio.

Las razas utilizadas en este sistema de producción deben de estar adaptadas o tener la capacidad de adaptarse a las condiciones del entorno.

Los animales deben tener acceso a los pastos siempre que las condiciones climáticas lo permitan y no se produzcan daños en la flora y el suelo. En caso de que esto no sea posible se deben de facilitar zonas de ejercicio al aire libre, respetando el espacio necesario para expresar su conducta natural. Además debe tener la suficiente protección contra la lluvia, el viento, el sol y las temperaturas extremas.

La ganadería ecológica limita la carga ganadera a 1,9 UGM/Ha para evitar los problemas de sobrepastoreo y erosión y permitir un esparcimiento óptimo de las deyecciones a fin de evitar un efecto negativo sobre el medio ambiente.

La ventilación y el aislamiento de los locales deberán garantizar que la circulación del aire, el nivel del polvo, la temperatura, la humedad relativa y la concentración de gases se mantengan a niveles no nocivos para los animales. Los edificios deberán permitir una abundante y natural ventilación y entrada de luz.

En un sistema ecológico no pueden ser utilizados los pavimentos deslizantes o rejillas ni sistemas artificiales de iluminación, control de temperatura y ventilación. En vacuno de carne la base suele ser hormigón sobre el cual se extiende paja en las zonas de descanso.

La concentración de animales en los locales debe de ser compatible con la comodidad y el bienestar de éstos. La carga óptima procurará darles el espacio suficiente para mantenerse erguido de forma natural, tumbarse fácilmente, girar, asearse… Se debe garantizar un mínimo de 5 m^2 de zona de descanso y 4 m^2 de patio por animal bovino adulto.

Las explotaciones de ganado ecológico deben tener instalaciones adecuadas de almacenamiento del estiércol que impida la contaminación de las aguas por vertido directo o por escorrentía y filtración. La cantidad total de estiércol por explotación no deberá exceder los 170 Kg de nitrógeno por hectárea y año.

El transporte de los animales deberá realizarse de forma que se reduzca al máximo el estrés al que se ven sometidos los animales. La carga y descarga se efectuarán con precaución, sin utilizar ningún sistema de estimulación eléctrica para manejar a los animales. Se prohíbe el uso de tranquilizantes alopáticos antes y durante el transporte.

Durante la fase que conduce al sacrificio y en el momento del mismo, los animales han de ser tratados de tal manera que se reduzca al mínimo el estrés.

Profilaxis y cuidados veterinarios

En ganadería ecológica, el control sanitario de los rebaños se basa en la prevención de enfermedades y en caso de que éstas se produzcan intentar erradicarlas por medio de tratamientos alternativos a la medicina convencional, siempre que sea posible. La prevención de enfermedades se basa en los siguientes principios:

* La selección de razas o estirpes de animales adaptadas al medio en que van a vivir.
* La aplicación de prácticas zootécnicas adecuadas que se ajusten a las necesidades de cada especie y que favorezcan una gran resistencia a las enfermedades, previniendo las infecciones.
* La utilización de alimentos de alta calidad en combinación con el ejercicio y el acceso a los pastos de forma regular para favorecer el desarrollo de las defensas inmunológicas naturales del animal.
* El mantenimiento de la densidad de carga ganadera adecuada a las necesidades de producción animal, evitando la sobrecarga y los problemas de sanidad animal que ésta podría suponer.
* Rotaciones adecuadas de pastoreo para el control de parásitos internos.
* Instalaciones limpias y desinfectadas.

Solamente con la aplicación de estos principios se deberían de reducir los problemas de sanidad animal, de forma que éstos puedan solucionarse mediante la prevención. Si aun respetando estos principios algún animal cae enfermo deberá ser atendido inmediatamente en condiciones de aislamiento, si es necesario, y en un lugar cómodo y adecuado para el animal.

La utilización de medicamentos veterinarios en las explotaciones ecológicas deberá ajustarse a los siguientes principios:

* Se utilizarán productos fitoterapéuticos (extractos, esencias de plantas, productos homeopáticos) con la exclusión de los antibióticos.
* En aquellos casos en los que la utilización de los productos antes citados no sea suficiente para curar una enfermedad o herida y peligre la salud del animal, podrán utilizarse medicamentos de síntesis química o antibióticos bajo la responsabilidad o vigilancia de un veterinario. En estos casos las normas exigen que se dé un período de supresión del animal

tratado (doble que en convencional), y en determinadas circunstancias puede impedirse que el animal sea comercializado como ecológico.

* En cualquier otra situación queda prohibida la utilización de estos medicamentos de síntesis química y antibióticos como tratamiento preventivo, al igual que aquellas sustancias cuyo fin es la estimulación del crecimiento o de la producción, u hormonas que controlen la reproducción (inducción y sincronización del celo).
* Por último, resaltar el criterio económico (gasto/beneficio) a la hora de realizar tratamientos.

A criterio de la autoridad competente u organismos de control se autorizarán para algunas prácticas por razones de seguridad (descuerne de animales jóvenes), o cuando se pretenda mejorar la salud, el bienestar o la higiene de los animales.

En la puesta en marcha de un sistema ecológico existe un período de reconversión de la base territorial de 2 años. Una vez cumplidos estos requisitos se puede certificar la producción agrícola como ecológica. Por otro lado, los animales deberán haber sido criados bajo la norma ecológica durante un período de al menos 12 meses en el caso de bovinos y caballar, y 6 meses para las ovejas y cabras. Una vez cumplidas estas exigencias y teniendo presentes todos los aspectos señalados en los capítulos anteriores, todos los productos de la explotación pueden ser certificados como ecológicos.

CASO PRÁCTICO: PRODUCCIÓN DE CARNE DE VACUNO EN ECOLÓGICO

A modo ilustrativo se van a recoger los aspectos más importantes citados anteriormente mediante un caso práctico.

La explotación objeto de este estudio se enclava en el valle de Aezkoa (Pirineo navarro). La actividad principal es la producción de carne de vacuno, aunque en la explotación conviven también animales de las especies ovina, caprina y caballar. La conducción de la explotación se lleva a cabo en un sistema semi-extensivo, basado en el pasto (fondo de valle y comunales de puerto) y produciendo terneros machos de 15-16 meses de edad al sacrificio y hembras de 11-13 meses al sacrificio. Es un sistema de montaña que se caracteriza por un manejo extensivo de los animales durante el período comprendido entre mayo y octubre, con semi-estabulación invernal. Los partos se dan a final de invierno-principio de primavera. Los animales destinados para el cebo, una vez destetados a la edad de 6 meses, pasan a unas instalaciones adecuadas para dicho fin. El cebo es algo más largo que el convencional debido a un menor porcentaje de concentrados en la ración (40% del volumen de la ración). La ración se basa en heno de pradera y pienso ecológico cuyo valor nutritivo es 1,1 UFC y 14% PB.

La explotación consta de 40 vacas nodrizas (con sus derechos), 18 novillas (15% de reposición anual, pariendo por primera vez a una edad próxima a los 3 años) y un toro. Utiliza 48 hectáreas de praderas (14 propias y 34 arrendadas) así como 15 hectáreas del pastizal municipal. Durante los meses de junio a septiembre conduce los animales a pastos de puerto (Monte Irati), permaneciendo los 4 meses en dichos pastos a no ser que la climatología fuese adversa (sequía) y hubiera que retirar los animales para suplementarlos.

Como puede observarse en la Tabla I, el paso de la producción ganadera a un sistema ecológico supuso la necesidad de arrendar 9 Ha más, manteniendo las UGM que tenía. Igualmente ha su-

puesto un aumento en los costes de concentrado (el pienso ecológico le supone un incremento del 50% en los gastos derivados de la compra de alimento). Los gastos variables aumentan el 36% mientras que el producto bruto se incrementaría en un 27% si se diese la plusvalía esperada sobre el precio del producto (1,5 euros/kg canal (35% de incremento respecto al precio convencional) que supondría 9827 euros de ingresos extras respecto a una venta de los mismos animales en convencional (3,3 vs. 4,8 euros/kg canal), además de las subvenciones a la producción ecológica (144 euros por hectárea de herbáceos en secano). Finalmente, el MB global aumentaría un 25%.

Tabla I. Resultados económicos año 2000 en Convencional vs. Ecológico (2001) a un precio de venta estimado en 4,8 euros/kg canal

	CONVENCIONAL		ECOLOGICO	
U.T.H.	**1,0**		**1,0**	
S.A.U. (Ha.)	**39**		**48**	
VACAS	**40**		**40**	
	TOTAL (E)	**VACA (E)**	**TOTAL (E)**	**VACA (E)**
PRODUCTO BRUTO	**42310**	**1057,75**	**58049**	**1451,23**
Venta terneros	17453	436,32	25387	634,67
Venta terneras	4165	104,13	6058	151,46
Venta otros ganados	7212	180,3	7212	180,30
Otros ingresos	-	-	-	-
Subvenciones	13480	337,0	19392	484,80
GASTOS VARIABLES	**7261**	**181,52**	**11422**	**285,55**
Concentrados	2981	74,53	5962	149,05
Forrajes y pastos	1800	45,0	3309	82,74
Veterinario y medicinas	1500	37,5	1205	30,05
Semill./Fertiliz./Fitosanit.	650	16,25	360	9,01
Otros	330	8,25	586	14,66
MARGEN BRUTO	**35049**	**876,22**	**46627**	**1165,70**
GASTOS FIJOS	**13452**	**336,3**	**14692**	**367,3**
Mano de obra	0	0	0	0
Seguridad social	1472	36,81	1472	36,81
Financieros	902	22,54	902	22,54
Tributos	210	5,26	210	5,26
Arrendamientos	1259	31,5	2254	56,34
Reparaciones	2104	52,59	2104	52,59
Trabajos contratados		-	-	-
Carburantes	3005	72,13	3250	81,25
Otros gastos		-	-	-
Amortizaciones	4500	112,5	4500	112,5
MARGEN NETO	**21597**	**539,93**	**31935**	**798,38**

Si no existiese dicha plusvalía sobre el precio del kg. canal ni las ayudas especiales a la producción ecológica, se daría un descenso del MB de un 15%. El número de animales vendidos en

el ámbito ecológico sería igualmente determinante, por ello es muy importante mantener los índices reproductivos que ha tenido hasta el momento y que en este primer año de producción en ecológico lo ha logrado. Los índices de fertilidad fueron en tomo al 85%, vendiéndose 22 terneras para carne, 4 terneras para vida y se ha hecho una autorreposición del 10%.

Si comparamos los datos obtenidos por esta explotación en el año 2000 (convencional) con los obtenidos en el mismo año para las 28 explotaciones de vacuno de carne socias de ITG ganadero, observamos que el MN/UTH obtenido es algo superior a la media (ITGG, 2001). Ello puede ser indicativo de que el manejo de la explotación es adecuado y por tanto no debería tener problemas en este aspecto cosa que se confirma con la realidad. El principal problema actual de esta explotación es la comercialización. Cuando dio el paso de reconvertir la ganadería a producción ecológica (mitad del 2000) se crearon unas expectativas de precio de mercado en torno a los 4,8 euros (800 ptas.) por Kg canal, pero un año después cuando se preveía el inicio de las primeras ventas de terneros en ecológico (verano-otoño 2001) la realidad fue otra totalmente distinta y la mayor parte de la producción (95%) se ha vendido a precio convencional lo cual ha desanimado al ganadero, pues el incremento de gastos que ha soportado no se ha visto compensado por un incremento en el PB.

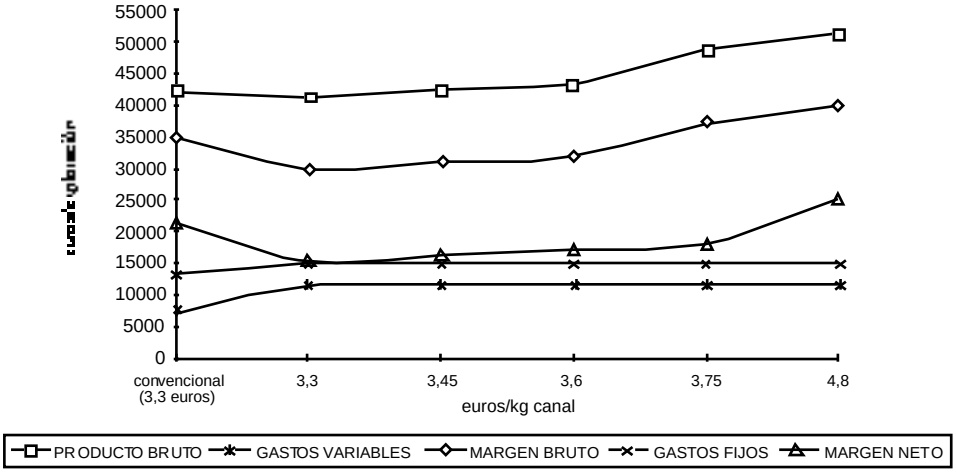


Figura 1. *Evolución ratios económicos en función del precio kg canal. Comparación sistema convencional (3,3 euros/kg canal) con ecológico (3,3 a 4,8 euros/kg canal). No se consideran las subvenciones a la hectárea productiva en ecológico*

A modo ilustrativo se ha elaborado la Figura 1 sobre la evolución de ratios económicos en función del precio del kg canal, produciendo dentro de un sistema ecológico y sin tener en cuenta la subvención por hectárea forrajera que se cobra durante los primeros años de conversión. Se puede observar que en el rango de precios en que se mueve la producción convencional, dicha explotación manejada como ecológica tendría problemas para ser rentable, mientras que al precio estimado necesario para la producción de carne de vacuno ecológica podría considerarse como un sistema rentable, siempre comparando con el sistema convencional de partida. El precio

umbral para tomar la decisión o no de seguir adelante sería de 4,3 euros/kg canal (30% sobre el precio medio convencional).

BIBLIOGRAFIA

GARCÍA TRUJILLO, R. (2000). Organic livestock production in Spain. Proceedings of the 2nd NAHWOA Workshop. Córdoba. Spain.

FOSTER, C.; LAMPKIN, N. (1999). Organic production statistics in Europe 1993-1998. Organic farming in Europe: Economics and Policy. Vol. 3. University Hohenhein Stuttgart. Germany.

ITGG (2001). Resultados técnico económicos de las diferentes actividades ganaderas. Centro contable. Instituto Técnico y Gestión Ganadero de Navarra.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura Ecológica. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

MAPA (2002). Estadísticas 2001. Agricultura ecológica en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

SÁNCHEZ, M. (2002). Encuesta sobre hábitos de consumo en Navarra (comunicación personal).

SOIL ASSOCIATION (2001). The organic food and farming report 2000.

Estudio comparativo del rendimiento cárnico en vacuno de dehesa bajo sistemas de producción ecológico y convencional

S. GARCÍA TORRES, A. ROBLES LOBO, M.M. LÓPEZ PARRA, M. ESPEJO DÍAZ, M. IZQUIERDO CEBRIÁN[1]

[1] Dpto. Producción Animal. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Finca «La Orden». 06187 Guadajira (Badajoz)

RESUMEN

Las perspectivas de desarrollo de la agricultura ecológica están impulsando cada vez más el estudio y la investigación de éstas que proporcionen mayores conocimientos sobre el propio sistema de producción, sobre la sanidad, sobre la calidad de los productos y también sobre la rentabilidad económica del sistema como pilar importante para la sostenibilidad del mismo.

Bajo estos argumentos, y con el objetivo de desarrollar este sistema de producción alternativo, se lleva a cabo en el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura un proyecto de investigación que, entre otros objetivos, estudia las características de las canales y el rendimiento cárnico de terneros ecológicos en la dehesa frente a terneros engordados en un sistema convencional. Las razas utilizadas en este proyecto son tres: la Retinta, la Avileña y la Morucha que están bien adaptadas a las condiciones de dehesa.

Los resultados muestran que, en general, las canales de terneros ecológicas tienen valoraciones más bajas, el desarrollo de las mismas es mayor en cuanto a medidas de longitud se refiere aunque no ocurre igual con las medidas de la pierna. Sin embargo en cuanto al rendimiento cárnico no hay diferencias con los convencionales. Se resalta la diferencia de los terneros de raza Morucha con respecto a las otras dos razas estudiadas.

INTRODUCCIÓN

La producción ecológica surgió hace décadas como alternativa al sistema de producción intensivo que se venía practicando en Europa desde la mitad del siglo XX, y cuyo enfoque fundamentalmente era productivista, con elevadas exigencias en insumos y energía fósil, provocando un fuerte impacto ambiental sobre la calidad del medioambiente, la salud humana, la estabilidad social, etc. Se trata de un modelo de agricultura sostenible que hace compatible la producción de alimentos con la estabilidad de los agrosistemas, el desarrollo de zonas rurales y la conservación del medioambiente. Es, por tanto, una agricultura de enfoque multiobjetivo que además de todo lo anterior debe integrar parámetros agronómicos con otros relativos al medioambiente y a la rentabilidad económica, determinante en la sostenibilidad (GÓMEZ y col., 2000).

El desarrollo de la agricultura ecológica en España ha sido muy rápido en los últimos años al igual que ha ocurrido en otros países europeos, sobre todo desde 1995, año en el que comenzaron a establecerse ayudas económicas para favorecer la transición hacia agricultura ecológica. A pesar de que la agricultura ecológica en España es claramente un sector en expansión, el gran incremento de productores ecológicos no se ha visto acompañado, al menos al mismo ritmo, por un desarrollo del mercado interno de estos productos. Este hecho se constata con claridad en Extremadura y Andalucía, donde los productores ecológicos incrementaron fuertemente su número mientras que el mercado de los productos ecológicos o bien siguen canales convencionales de comercialización o como sucede en Andalucía se exportan a Europa actualmente el 90% de los productos ecológicos producidos de esta Comunidad (ALONSO, 2000).

Los productos ecológicos no sólo deben garantizar la calidad sanitaria de los mismos, sino que además se debe buscar un producto con una inmejorable calidad nutritiva y organoléptica que atraiga y «enganche» a los consumidores. De cualquier forma y como cualquier otro sistema agrario, debe tomarse como una actividad económica orientada hacia el mercado que permita la sostenibilidad del sistema y el desarrollo de los agricultores que la llevan a cabo.

La dehesa extremeña, donde se encuadra el presente estudio, es un sistema agrosilvopastoral, que se ha configurado desde siglos, adaptado a unas condiciones climáticas, edáficas y orográficas que no permiten un aprovechamiento intensivo. La existencia de las dehesas están íntimamente ligadas a la intervención del hombre y su importancia viene dada no solamente por su aprovechamiento agrícola-ganadero-forestal, sino también por lo que significa en la preservación del Medio Ambiente, la gran diversidad que engloba desde el punto de vista faunístico y vegetal e incluso paisajístico.

La dehesa por lo tanto proporciona todas las condiciones necesarias para el desarrollo de la agricultura ecológica.

Desde hace unos años en el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura se viene desarrollando un proyecto de investigación que entre sus objetivos trata de buscar una calidad de canal y carne de terneros producidos en condiciones ecológicas en las dehesas extremeñas con razas perfectamente adaptadas a las mismas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se avanzan algunos resultados preliminares del proyecto donde se trabaja bajo dos sistemas de producción: uno ecológico con temeros alimentados con pasto de dehesa y suplementados en períodos de carestía con pienso ecológico en tolvas y otro convencional, donde los terneros están en cebaderos con pienso convencional *ad libitum*. En ambos sistemas se dispusieron terneros de tres razas adaptadas a las dehesas que fueron la Avileña, la Morucha y la Retinta.

Se estudiaron en total 48 animales en lotes de 8 animales por raza y sistema de alimentación: Avileños convencionales (AVc), Avileños ecológico (AVe), Moruchos convencionales (MOc), Moruchos ecológico (MOe), Retintos convencionales (REc) y Retintos ecológico (REe). Los animales se dispusieron por lotes según lo descrito anteriormente en parcelas, en el caso de que fueran ecológicos o en corrales del cebadero. Fueron alimentados y cuando alcanzaron el peso de sacrificio señalado (500 kg para Retintos y Avileños y 430 kg para los terneros de raza Morucha) se sacrificaron.

Se estudió el rendimiento de la canal, para lo cual se obtuvo el peso vivo al sacrificio de cada animal y de la canal fría después de 24 horas de oreo.

Se realizó la clasificación de la canal (según la normativa SEUROP, Reglamento CEE 2.237/91). Cada valor fue a su vez subdivido en + (más) o - (menos) y así se obtuvieron subcategorías: S-, S, S+, E-, E, E+, U-, U, U+, R-, R, R+, O-, O, O+, P-, P y P+. El grado de engrasamiento fue valorado de 1 a 5 según el Reglamento CEE nº 2.930/81, también fue subdividido en subcategorías: 1-, 1, 1+, 2-, 2, 2+, 3-, 3, 3+, 4-, 4, 4+, 5-, 5 y 5+. Se valoró igualmente la apreciación subjetiva del color de la carne (de Rosa claro a Rojo oscuro) y de la grasa subcutánea en la canal (de blanco a Amarilla). Para poder analizar estadísticamente estos valores se aplicaron equivalencias numéricas que iban de 18 a 1 para la conformación, de 1 a 15 para el engrasamiento, de 1 a 6 la valoración subjetiva del color de la carne y de 1 a 5 para el de la grasa.

Con ayuda de una cinta métrica y de una forcípula se obtuvo la morfometría de la canal para la cual se tomaron las siguientes medidas: Longitud de la canal (LC), Longitud de la pierna (LP), ancho de la canal (AC), anchura de la pierna (AP), profundidad de la pierna (Prof) y Perímetro de la misma (Peri), según describen Espejo y col. (2000).

Una vez se hubo realizado el estudio de la canal se procedió al despiece siguiendo básicamente el indicado por Sandoval y cols. (1978) de la media canal izquierda sin rabo, sin testículo y sin grasa renal, con el deshuese de todas las piezas (CARBALLO y col., 2000). El resultado del mismo fueron los porcentajes de carne según las categorías comerciales, calculados en función del peso de la media canal despiezada. El porcentaje de carne extra (solomillo y lomo), el de primera (cadera, babilla, redondo, tapa, contra, aguja, rabillo de cadera, rabillo de contra, espaldilla y pez), el de segunda (Llana, aleta, morrillo y morcillos) y el de tercera (pescuezo, pecho, falda y recortes). Puesto que en el despiece se deshuesó la canal, se pesaron y calcularon los porcentajes de hueso que corresponde al cuarto delantero y trasero de la canal, y como también se separó el sebo intermuscular y depósitos grasos se determinó el sebo de despojos resultante del despiece por cuartos.

Se analizaron los datos utilizando el procedimiento GLM del SAS y se calculó el efecto del genotipo y el sistema de alimentación así como la interacción entre ambas. Puesto que la variable peso de sacrificio (psac) es una variable continua se introdujo como covariable en el modelo utilizado que es el siguiente: $y= \mu+R+A+R*A+\beta psac+\varepsilon$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos tras realizar el análisis de datos respecto al rendimiento de la canal muestran que hay una interacción de la raza con la alimentación (R*A) significativa ($p<0.03$). En la Figura 1 podemos observar que ésta es debida principalmente al comportamiento de la raza Avileña, en los cuales las canales de los terneros convencionales tienen un menor rendimiento que los ecológicos mientras que esta diferencia no se dio en las otras dos razas observándose grandes diferencias en el rendimiento de las canales de terneros Moruchos dependiendo del sistema de alimentación. Aunque según los resultados obtenidos en un proyecto FAIR que estudió diferentes razas alimentadas de forma convencional, se obtuvieron mejores rendimientos (PIEDRAFITA y col., *in press*), los resultados obtenidos por Alberti y col. (1997) para razas rústicas con manejo convencional como las que estamos tratando, dieron unos valores a los cuales se ajustan nuestros resultados en todos los casos excepto en el caso de los Moruchos ecológicos.

Para el Retinto el resultado obtenido en este trabajo se ve refrendado por otros anteriores realizados en este Servicio como son los aportados por Benito y col. (1982) y López y col. (1986).

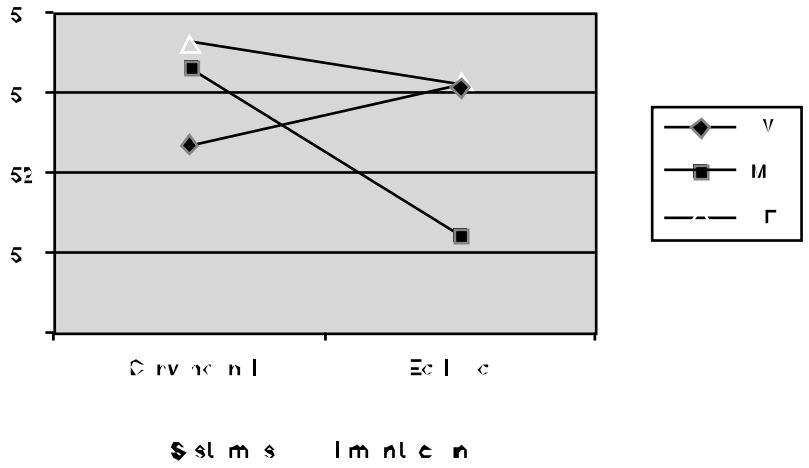


Figura 1. *Rendimiento de la canal (%)*

Nuestros resultados muestran también diferencias significativas debidas al peso de sacrificio ($p<0.001$), a la alimentación ($p<0.0153$) y al genotipo ($p< 0.0013$). La raza en general tiene una gran influencia en el rendimiento de la canal en función de su mayor o menor precocidad y desarrollo muscular, agrupándose por tanto en razas rústicas, mejoradas, cárnicas, etc. (SAÑUDO y CAMPOS, 1997). Si bien todas las razas del estudio son razas rústicas es evidente que la Morucha difiere mucho de la Avileña y de la Retinta como se puede observar en la Figura 1. Igualmente el rendimiento difiere a causa del peso de sacrificio que fue menor en los Moruchos por ser ésta una raza de formato más pequeño. Es de resaltar sin embargo que las diferencias debido al tipo de alimentación ni en Avileños ni en Retinto son significativas en contra de lo que se pudiera esperar probablemente por la cantidad y calidad del pasto durante el período de engorde de los terneros ecológicos. Este hecho se encuentra también recogido en trabajos anteriores (GARCÍA y col., 1997).

En cuanto a los parámetros que valoran la canal según la clasificación SEUROP las diferencias encontradas se deben a la interacción R*A ($p<0.02$). En la Figura 2 encontramos que los terneros Avileños alimentados de forma convencional presentan una conformación mejor que los alimentados de manera ecológica (U- *vs* R) tal y como ya hemos indicado mientras que no existen diferencias de conformación entre las razas debidas a la alimentación ni en Retintos (R) ni en Moruchos (R). Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Alberti y col. (1997) para las razas rústicas en cebo convencional aunque la conformación de los terneros Avileños convencionales fue superior a la indicada por éste para esta raza. Dentro de la valoración de la canal, también se hace una valoración subjetiva del color de la carne la cual no se vio afectada por ninguna de las variables independientes estudiadas y en todos los casos fue valorado como rosa oscuro o rojo claro.

Siguiendo con la clasificación se valoró el grado de engrasamiento de la canal que estuvo claramente influido por el tipo de alimentación y así los terneros alimentados de forma convencio-

nal engrasaron más que los alimentados de manera ecológica variando de un valor de 3- a 3 ($p<0.0006$). Estos valores están de acuerdo con los obtenidos por Alberti y col. (1997). También se valoró de forma subjetiva el color de la grasa en la canal (Figura 3) el cual mostró diferencias significativas ($p<0.0018$) en la interacción R*A. Estas diferencias fueron debidas a que mientras que el color de la grasa de todos los terneros fue blanco-cremoso, los terneros Moruchos cebados de forma convencional mostraron un color cremoso.

En general el porcentaje de sebo de la canal no se distribuye de forma homogénea y así encontramos que el cuarto trasero existe más acumulación de sebo. También es cierto que la grasa es el componente físico de la canal que presenta mayores variaciones y es realmente el que condiciona el porcentaje de los otros componentes, músculo y hueso (CABRERO, 1991; SAÑUDO y CAMPOS, 1997).

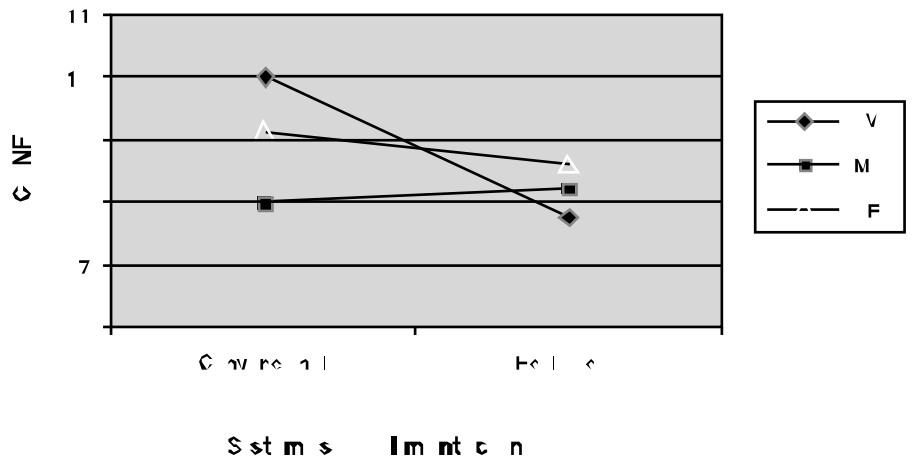


Figura 2. Valoración de la conformación.

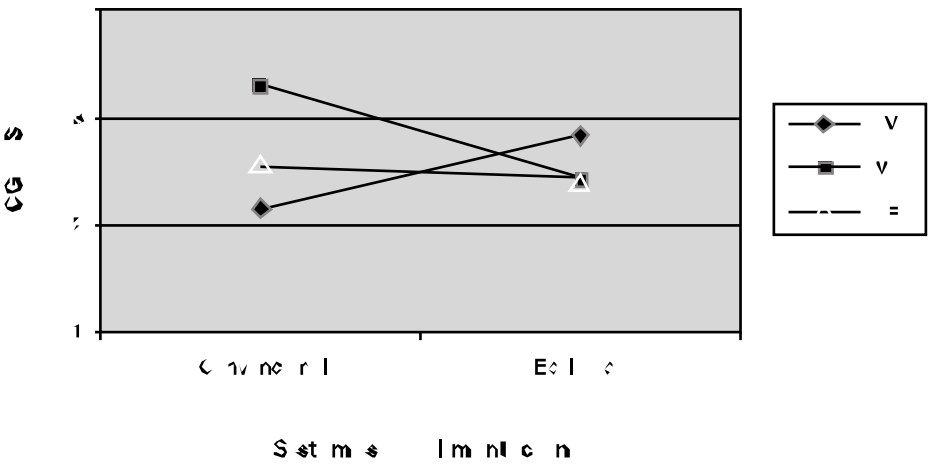


Figura 3. Valoración del color de la grasa subcutánea

Para este parámetro la interacción R*A (Figura 4) es también significativa ($p<0.0075$) debido a que tanto los terneros Avileños como los Retintos presentan mayor porcentaje de sebo del cuarto trasero si son engordados en convencional que de forma ecológica (4.6 *vs* 2.1 para Avileños y 4.32 *vs* 2.63 para Retintos) mientras que no varía para los temeros Moruchos. También en el porcentaje de grasa del cuarto trasero influye el sistema de alimentación ($p< 0.0001$) al igual que sucede en el porcentaje de grasa del cuarto delantero pero en este caso las diferencias son debidas exclusivamente a la alimentación ($p<0.0001$) siendo mayores los correspondientes a terneros convencionales (3.4 *vs* 1.98) tal y como era esperable puesto que cuanto más energética es la dieta, mayor es el % de grasa depositada (ALBERTI y col., 1995; ANDERSEN y col., 1984; CABRERO, 1991). De cualquier forma estos resultados son menores a los indicados por Alberti y col. (1997) para las razas rústicas aunque pensamos que en este parámetro tiene una gran influencia el camicero que realiza el despiece.

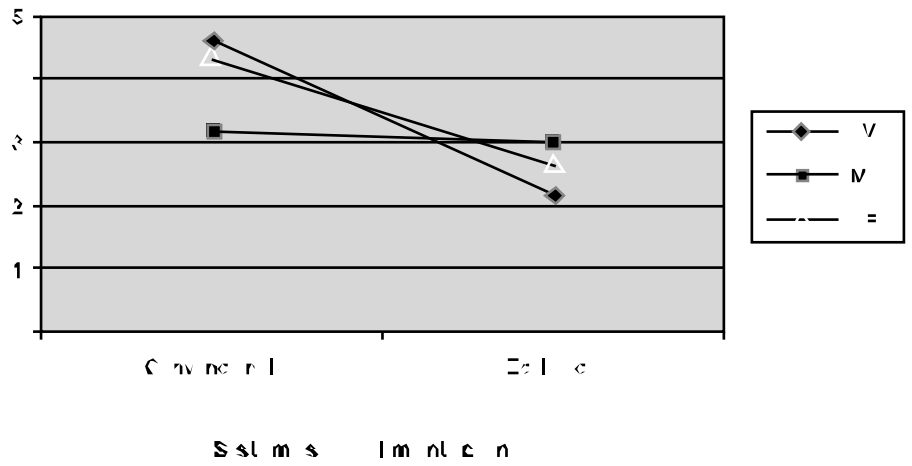


Figura 4. *Porcentaje de sebo del cuarto trasero*

Otros parámetros que nos dan una idea de las diferencias entre las canales son las medidas de la canal. El peso al sacrificio marca diferencias significativas en el largo de la canal ($p<0.05$) y en las medidas que dan idea del volumen de la pierna: en el ancho ($p<0.0089$), en la profundidad ($p<0.01$) y en el perímetro ($p<0.0007$).

En cuanto a las longitudinales (Figura 5), el largo de la canal muestra diferencias significativas debidas a la raza ($p<0.0004$) y a la interacción estudiada ($p<0.012$) mostrándose que los Moruchos alimentados en convencional son más largos que los alimentados de forma ecológica (126.57 *vs* 122.57). En general nuestros resultados están de acuerdo con los obtenidos en el proyecto FAIR para terneros alimentados con pienso convencional (PIEDRAFITA y col., *in press*). La longitud de la pierna (Figura 6) responde al mismo comportamiento y así la interacción R*A encontramos diferencias significativas ($p<0.0013$). En este caso los terneros Avileños y Retintos ecológicos los tienen mayor longitud de pierna (79.97 cm los terneros ecológico Avileños frente a 77.52 cm de los convencionales y 80.50 cm los Retintos ecológicos frente a 78.77 de los convencionales) mientras que nuevamente los Moruchos tienen valores por debajo.

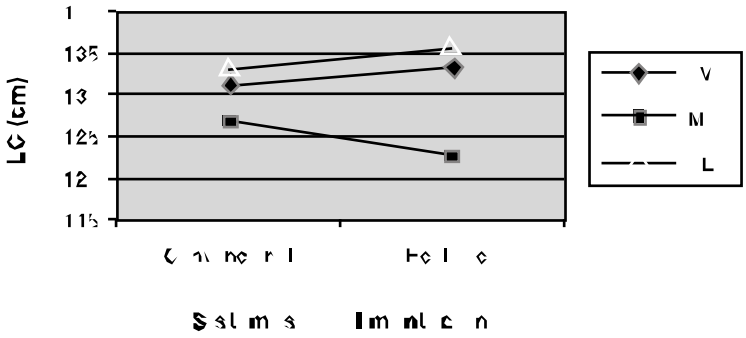


Figura 5. *Longitud de la canal (cm)*

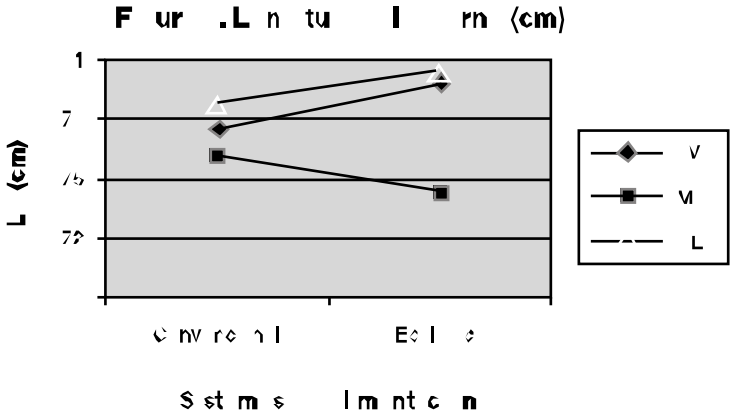


Figura 6. *Longitud de la pierna (cm)*

La pierna tiene una gran importancia en el rendimiento cárnico que será mayor cuanto más ancha y profunda sea. Se tomaron también otras medidas como la anchura de la canal, ancho de pierna y perímetro de la misma donde de nuevo se observaron diferencias significativas con respecto a la interacción R*A ($p<0.0001$, $p<0.03$ y $p<0.01$ respectivamente). Los terneros Avileños y Retintos ecológicos tuvieron una canal más ancha (Figura 7) que los convencionales (42.7 *vs* 40.12 para Avileños y 42.7 *vs* 40.01 para Retintos). El comportamiento de los Moruchos es también diferente en este parámetro puesto que la Anchura de la canal es mayor que en las otras dos razas si observamos el tipo de alimentación convencional mientras que está muy por debajo si observamos los ecológicos.

No se observaron diferencias significativas en la anchura (Figura 8) y el perímetro de la pierna (Figura 9) en los Avileños y los Retintos en función del tipo de alimentación, sí que encontramos que los Moruchos de cebo tienen más anchura y perímetro que los ecológicos (25.42 *vs* 23.17). En cuanto a la medida profundidad de pierna, como ya se indicó anteriormente se ve exclusivamente afectada por el peso de sacrificio.

Con las medidas de la canal se pone de manifiesto la diferencia morfológica que existe entre los Moruchos y las otras dos razas estudiadas. Así se aprecia que la canal y la pierna de terneros Moruchos son más cortas que la de los Avileños y Retintos. La anchura de la canal depende del

tipo de alimentación en los terneros Moruchos que es menor en los alimentados de manera ecológica. Por otro lado los valores para los Moruchos tanto en cuanto a la longitud de la pierna y el perímetro de la misma difiere de las otras razas estudiadas, observamos que los terneros ecológicos tienen valores más bajos a los obtenidos por los otros terneros y es igual o ligeramente menor en los terneros que han sido alimentados de forma convencional mientras que es claramente menor si eran ecológicos. Parece ser por tanto que los terneros Moruchos ecológicos necesitaban de un mayor peso para obtener una canal mayor que se alcanzó con la alimentación convencional que era más energética.

Todo el valor económico de la canal de terneros se traduce en tener un buen rendimiento cárnico. Cada pieza en definitiva los músculos que la componen, dependen de su coeficiente de alometría, es decir, de su incremento de peso en relación al peso total de la canal. Vallejo (1992) dedujo que las piezas comerciales de categorías superiores tienen un coeficiente de alometría más

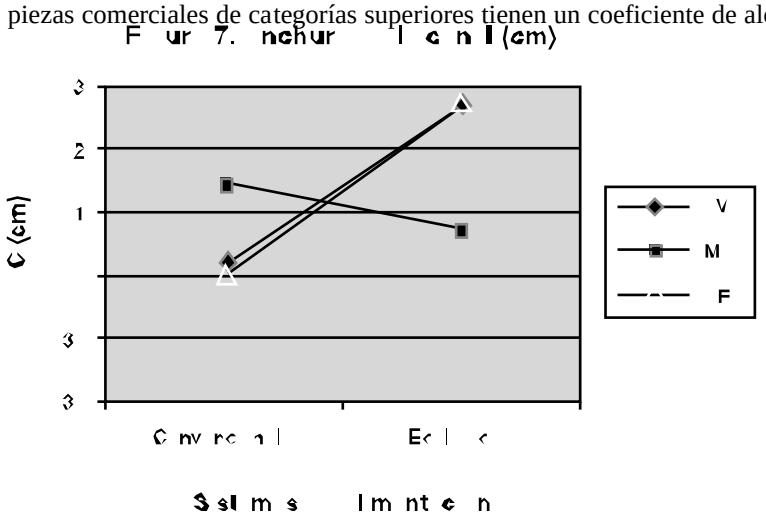


Figura 7. *Anchura de la canal (cm)*

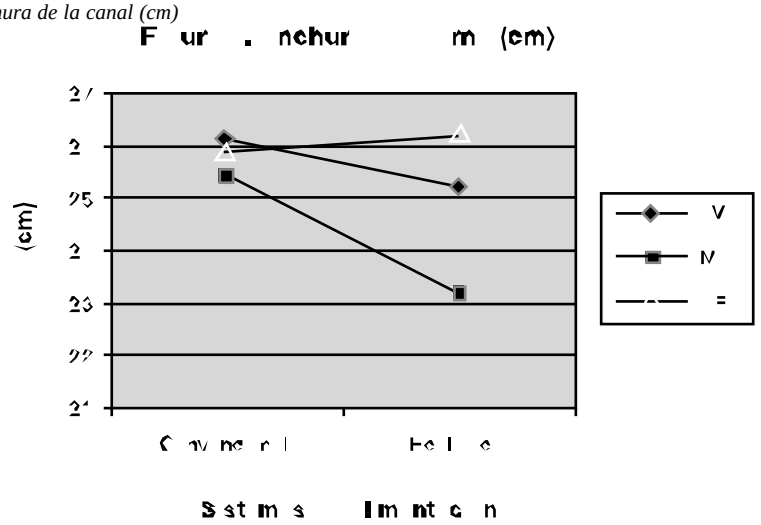


Figura 8. *Anchura de la pierna (cm)*

bajos que los de las piezas inferiores. Por otra parte Giorgetti y col. (1992) no encontró grandes diferencias en los porcentajes del despiece en tres razas de terneros estudiadas. En nuestro caso se calcularon los diferentes porcentajes de carne en función de su clasificación comercial (Tabla I) que está directamente relacionada con su aptitud para el cocinado. Así encontramos que no existen diferencias significativas en el % de carne extra, que el porcentaje de carne de primera dependen de la raza y fundamentalmente del tipo de alimentación obteniéndose mayor porcentaje en los terneros manejados de manera ecológica probablemente por un mayor desarrollo muscular, excepto en Moruchos que es al revés de acuerdo con los resultados obtenidos en las medidas de la pierna donde se obtienen la mayor parte de las piezas de primera categoría. Tanto el porcentaje de carne de segunda ($p< 0.0072$) y de tercera ($p<0.0031$) obtenida tiene una gran influencia el peso al sacrificio de los terneros.

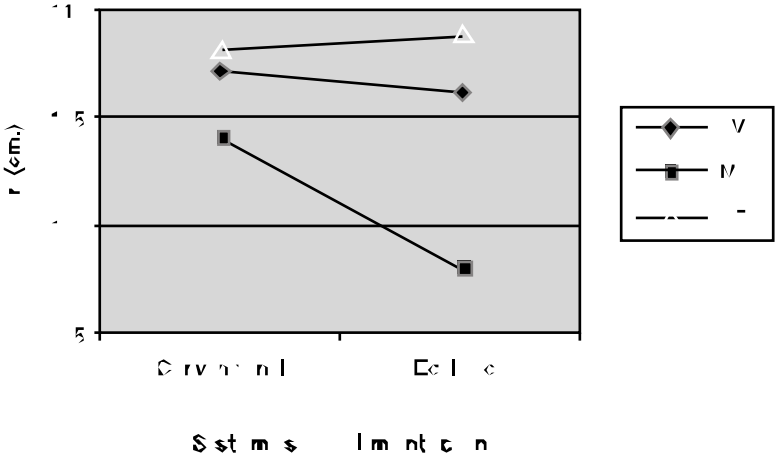


Figura 9. *Perímetro de la pierna (cm)*

En cuanto al porcentaje de los huesos de la canal, observamos (Tabla I) que no existen diferencias en el porcentaje de huesos del cuarto trasero mientras que en el de huesos del cuarto delantero influye la raza ($p<0.02$) y el tipo de alimentación ($p<0.04$), siendo el Retinto ecológico el que tiene mayor porcentaje de huesos delantero.

Tabla I. Porcentajes de carne por comerciales, sebo y huesos según la raza y el tipo de alimentación

Razas	Sistema alimentación	Extra	1ª	2ª	3ª	Sebo Delant.	Sebo Trasero	Huesos Delant.	Huesos Trasero
Avileño	Convencional	7,73	28,90	7,8	26,78	3,8	4,63	9,11	11,25
	Ecológico	7,78	31,19	8,9	27,37	1,62	2,11	9,39	11,64
Morucho	Convencional	7,65	34,56	8,6	25,64	2,64	3,14	9,09	11,64
	Ecológico	8,2	32,55	9,6	23,90	2,12	2,9	9,19	11,54
Retinto	Convencional	7,78	29,50	6,2	27,51	3,83	4,32	9,37	11,49
	Ecológico	7,52	31,46	9,4	24,98	2,35	2,63	10,29	11,37
SIGNIF.	Psac	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns
	Raza	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns
	Aliment.	ns	***	ns	ns	***	***	*	ns
	R*A	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que las canales de los terneros estudiados tienen una puntuación menor en conformación y el engrasamiento, si se crían en sistemas ecológicos que en convencional, con mayor incidencia en los Avileños. Por otro lado el rendimiento de las canales de Avileños y Retintos es igual o mejor para los terneros criados en sistema ecológico que en convencional mientras que los terneros Moruchos ecológicos tienen rendimientos más bajos en sistema ecológico que convencional. La valoración del color subjetivo de la carne no mostró diferencias debidas al tipo de sistema pero el color de la grasa subcutánea, en todos los casos fue más clara que en el convencional por estar más pigmentadas probablemente por el pienso convencional. En cuanto a las medidas en la canal, las canales de todos los terneros en sistema ecológico excepto de los Moruchos, fueron más largas y más anchas que en convencional y lo mismo ocurrió con la longitud de la pierna. La anchura y perímetro de la pierna que da una idea del volumen de la misma, no mostraron diferencias significativas en función de su alimentación excepto en los Moruchos ecológicos que tuvieron valores más bajos que los convencionales.

En el rendimiento cámico de los terneros que no hay diferencias entre convencional y ecológico en cuanto al porcentaje de piezas de categoría extra. Son mayores los porcentajes de piezas de primera en los terneros ecológicos Avileños y Retintos mientras que en los Moruchos está por debajo. El porcentaje de piezas de segunda y tercera están directamente afectadas por el peso de sacrificio de los terneros y tanto el porcentaje de sebo delantero como trasero es mayor en los terneros en sistema convencional que ecológico, como era de esperar. Por otro lado y en cuanto al porcentaje de hueso, los terneros ecológicos tienen un esqueleto más pesado que los convencionales, especialmente en el cuarto delantero.

Como resumen podemos indicar que aunque existen diferencias en la valoración de las canales de los terneros ecológicos, en el rendimiento cárnico no hay grandes diferencias con los del convencional. Por otra parte el comportamiento de la raza Morucha difiere de las otras dos, Avileña y Retinta, a pesar de ser todas razas rústicas y habituales de la dehesa. Probablemente, el peso de sacrificio fijado para estos terneros no es el adecuado pues pese a ser una raza de for-

mato más pequeño como se ha constatado con las medidas de las canales, si se les proporciona una dieta más energética como es la convencional, alcanzan valores más altos que si son ecológicos. De cualquier forma el rendimiento cárnico de los terneros Moruchos está al mismo nivel que los de las otras razas.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERTI, P.; SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, P. (1995). «El cebo de terneros con heno de alfalfa suplementado con pienso». Bovis 63: 53-63.

ALBERTI, P.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; FRANCO, J.; LAHOZ, F.; OLLETA, J.L. (1997). «Características productivas de terneros de siete razas bovinas españolas». AIDA. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA, 18 (II): 745-747.

ALONSO, A.M.; GUZMÁN, G.I. (2000). «Asociaciones de productores y consumidores de productos ecológicos en Andalucía: una experiencia de canales cortos de distribución de productos de calidad». Phytoma nº 124: 30-37.

ANDERSEN, H.R.; INGVARSTSEN, K.C.; KLASTRU, P. (1984). «Influence of energy level, weight al slaughter and castration on carcass quality in cattle». Livest. Prod. Sci., 11: 571-586.

BENITO, J.; LÓPEZ DE TORRE, G.; VASCO, P.; FERRERA, J.L. (1982). «Efecto del cruzamiento industrial y de la semicastración en los resultados del cebo de terneros». Anales INIA. Serie Ganadera 15: 19-26.

CARBALLO, J.A.; MONTSERRAT, L.; SÁNCHEZ, L. (2000): «Composición de la canal bovina». En: «Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la came en rumiantes» Monografía INIA: Ganadera, pp. 106-123.

CEE (1991). Reglamento nº 2.237/91 de la Comisión de 27 de julio de 1991.

CEE (1981). Reglamento nº 2.930/81 de la Comisión de 21 de octubre de 1981.

CABRERO, M. (1991). «La estructura y composición de la canal como determinantes de su calidad». Bovis, 38: 9-37.

ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.M.; IZQUIERDO, M.; ROBLES, A.; COSTELA, A. (2000). «Morfología de la canal bovina». En: «Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes». En: Monografía INIA Serie Ganadera, pp. 69-80.

GARCÍA TORRES, S.; ESPEJO DÍAZ, M.; IZQUIERDO CEBRIÁN, M.; LÓPEZ PARRA, M.M.; VASCO PÉREZ, P. (1997): «Growth, carcass and meat quality of retinto calves fed in grazing *vs* feedlot systems» Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, nº 3: 217.

GIORGETTI, A.; LUCIFERO, M.; ACCIAIOLI, A.; SARGENTINI, C.; MARTINI, A. (1992). «Caratteristiche produttive di vitelloni Chianini, Charolais e Limousins». Zoot. Nutu. Anim., 18: 85-94.

GÓMEZ, H.; POMARES, F.; GARCÍA, A.; BAIXAULI, J.C.; AGUILAR, J.M.; PORCUNA, J.L.; VERDÚ, M.J.; HERMOSO, A.; TARAZONA, F.; ESTELA, M.; CABOT, B.; CAMPOS, T.; GÓMEZ DE BARREDA, D.; COSCOLLA, R. (2000). «Evaluación de un sistema de producción ecológica de cultivos hortícolas en Valencia». Phytoma nº 124: 25-29.

LÓPEZ DE TORRE, G.; BENITO, J.; VASCO, P.; GARCÍA., L.J.; ALBARRAN, F. (1986). «Efecto del peso de sacrificio sobre el índice de conversión y de las características de la canal en terneros de raza Retinta y ChamolaisxRetinta». ITEA, 64: 68-76.

PIEDRAFITA, J.; QUINTANILLA, R.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L.; CAMPOS, M.M.; PANEA, B.; RENAND, G.; TURIN, F.; JABET, S.; OSORO, K.; OLIVÁN, C.; NOVAL, G.; GARCÍA, M.J.; GARCÍA, D.; CRUZ-SALGREDO, R.; OLIVER, M.A; GIL, M.; GISPERT, M.; SERRA, X.; GUERRERO, L.; ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.; IZQUIERDO, M.: «Growth and carcass quality traits of ten beef cattle breeds of the Southwest of Europe». Livestock Produccion Science, *in press*.

Manejo reproductivo de vacas nodrizas compatible con la normativa de la producción ecológica

A. SANZ, I. CASASÚS, A. BERNUÉS, R. REVILLA

Unidad de Tecnología en Producción Animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Gobierno de Aragón. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.

RESUMEN

La intensificación de los sistemas de producción ha desencadenado una situación incongruente en la que cohabitan en la actualidad el abuso de hormonas y antibióticos para asegurar/aumentar la producción con el incremento de los excedentes agrarios. La tendencia actual del sector agropecuario hacia estándares ecológicos y de calidad de los productos obliga a reflexionar sobre los métodos de producción utilizados en la actualidad. En este contexto, debemos señalar que aún es posible introducir cambios importantes en el manejo de los animales, que van a permitir obtener buenos índices productivos y reproductivos en los rebaños de vacas nodrizas, sin necesidad de recurrir a los tratamientos hormonales. En esta comunicación se pretende ofrecer información relativa al manejo de un rebaño de vacas nodrizas en condiciones de montaña, que podría servir de bases técnicas para el desarrollo de un sistema de producción ecológico. Se describe el manejo general seguido en la explotación, así como los principales factores de manejo relacionados con los resultados reproductivos finales del rebaño, y que el ganadero deberá controlar, como son la época de parto, la raza, los niveles de alimentación o el manejo aplicado al ternero durante la lactación. De este trabajo se desprende la recomendación de diseñar una estrategia de manejo que permita la correcta alimentación de las vacas, al menos durante el último tercio de gestación; y en el caso de que esta medida no sea posible, se asegure el acceso restringido del ternero a la madre y una buena alimentación durante la lactación, manejos que asegurarán un rendimiento reproductivo óptimo del rebaño.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA AGRARIO

La modernización del sector agrario desarrollado durante la segunda mitad del siglo XX ha desencadenado una serie de problemas (deterioro ambiental; contaminación del suelo y del agua; pérdida de efectivos ganaderos autóctonos; uso masivo de productos fitosanitarios, hormonas y antibióticos; resistencia de gérmenes y parásitos a los antibióticos; excedentes agrarios…) que se han puesto de manifiesto a raíz de los recientes escándalos alimentarios, la concienciación medioambiental o la actual preocupación por el bienestar animal. Ya en 1991, se elaboró el Do-

cumento de Reflexión de la Comunidad, en el que se reconoce la necesidad de fomentar la extensificación para hacer frente a problemas como la degradación del medio o el aumento de los excedentes agrarios. En las reformas de la PAC de 1992 y 2000 se refleja un especial interés en el desarrollo de una Agricultura y Ganadería Ecológicas, como modalidad de producción agraria que tiende a proteger el medio y a hacer un uso racional de los recursos naturales. Y recientemente, el nuevo diseño de ayudas propuesto por la Comisión Europea pretende condicionar las ayudas a estándares ecológicos y de calidad de los productos, además de tener en cuenta el bienestar animal y el desarrollo rural.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA GANADERÍA ECOLÓGICA

La producción ecológica de animales y productos animales ha de basarse en una serie de principios básicos, contemplados en el Reglamento CEE 2.092/91. De entre ellos, vamos a recordar los que, de forma directa o indirecta, pueden afectar al manejo y los resultados reproductivos del ganado vacuno:

I. Preferencia por la explotación de razas autóctonas, capaces de adaptarse a las condiciones del entorno, para mantener la diversidad genética del sistema agrario.
II. Obligación de que, al menos, un 60% de la materia seca de la ración diaria sean pastos y forrajes, lo que promoverá el uso racional de los recursos naturales y el mantenimiento de los ecosistemas.
III. La base de la alimentación de los terneros ha de ser leche natural durante un período mínimo de 3 meses, siendo preferiblemente que sean criados con la madre.
III. Prohibición del uso profiláctico de medicamentos alopáticos y de hormonas para el control de la reproducción (por ejemplo, inducción o sincronización de celo), medida que favorecerá la obtención de alimentos de alta calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica, que no pondrán en riesgo la salud del consumidor.
IV. Reproducción basada en métodos naturales. Se autoriza la inseminación artificial, pero no se permiten las demás formas de reproducción asistida (transferencia de embriones, etc.).
V. Prohibición de mantener atados a los animales, así como a los terneros de cría en habitáculos individuales transcurrida la primera semana de vida. Tanto el punto IV como el V asegurarán el bienestar de los animales, procurando que éstos puedan desarrollar su comportamiento innato.

¿GANADERÍA ECOLÓGICA = GANADERÍA EXTENSIVA?

Como ha indicado recientemente Revilla (2002), es posible establecer equiparaciones entre la ganadería ecológica y la ganadería extensiva, aunque con precauciones. En el contexto europeo, la ganadería ecológica está definida, controladas sus prácticas mediante una reglamentación precisa y los productos derivados de ella sometidos a un etiquetaje específico. Por su parte, la ganadería extensiva se identifica, desde un punto de vista técnico, con la realizada sobre la base del pastoreo como principal sistema de alimentación animal (REVILLA, 2000). Los requisitos técnicos de la ganadería extensiva se asemejan a algunos de los principios básicos de la producción ecológica, de

ahí que un sistema ecológico pudiera concebirse a partir de la evolución de un sistema extensivo. A continuación presentamos los principales resultados obtenidos de los trabajos desarrollados a lo largo de los últimos 17 años en la Finca Experimental de La Garcipollera (Servicio de Investigación Agroalimentaria del Gobierno de Aragón), situada en el Pirineo Oscense, y relativos al manejo de un rebaño de vacas nodrizas en condiciones extensivas, que podrían servir de bases técnicas para el desarrollo de un sistema de producción bovina ecológica.

GESTIÓN TÉCNICA DE VACAS NODRIZAS EN CONDICIONES EXTENSIVAS

El proceso de reconversión técnica a la producción ecológica obliga a vincular de manera creciente las técnicas productivas a los recursos naturales, potenciando su aprovechamiento a través de nuevas maneras de gestión. Esta práctica, con independencia de la localización geográfica de la explotación, conllevará la alternancia de períodos de abundancia y escasez de recursos naturales, que se traducirá en variaciones de peso de los animales más o menos importantes a lo largo del año. En estas condiciones medioambientales es imprescindible conocer los posibles efectos de los diversos factores de manejo sobre los rendimientos reproductivos de las vacas nodrizas, para establecer pautas que permitan minimizar estos efectos negativos.

Base animal

De forma general, en las zonas de montaña ha predominado la presencia de razas locales, como son la Pirenaica, la Asturiana, la Avileña o la Rubia Gallega. A estas razas habría que añadir una raza extendida en la práctica totalidad de las zonas montañosas, y sobre todo en el Pirineo, como es la Parda de Montaña. Al no estar consideradas como razas especializadas, en la actualidad se dispone de datos relativos a determinadas características productivas (pesos, etc.), pero no de información referente a las interacciones manejo-reproducción en condiciones extensivas, aspectos fundamentales en el desarrollo de cualquier sistema productivo. A continuación se ofrece de forma resumida la información más relevante obtenida en La Garcipollera, referida a las dos razas más comúnmente explotadas en el Pirineo: la Parda de Montaña, de aptitud mixta con buen potencial lechero, y la Pirenaica, de aptitud cárnica, y que podrían servir como «modelos» de las razas autóctonas existentes.

Organización general - Papel del pastoreo en los sistemas extensivos

El manejo del ganado en zonas de montaña se basa fundamentalmente en tres períodos: uno de estabulación invernal, otro de pastoreo en puerto durante el verano y el último de pastoreo en áreas boscosas o praderas de fondo de valle en épocas intermedias. Según el ideal técnico de los sistemas de producción extensivos, la época de partos ha de concentrarse en primavera, coincidiendo con el período de máxima producción vegetal. Esta supuesta capacidad del pasto para cubrir todas las necesidades energéticas de la vaca (lactación, recuperación de reservas y gestación) ha sido demostrada en zonas tradicionales de vacuno de carne, como Francia o Escocia (D'-HOUR y col., 1998), pero no en nuestras condiciones de montaña seca.

Una de las alternativas evaluadas en La Garcipollera ha sido el paso del sistema tradicional de partos en primavera a otro caracterizado por la concentración de partos en otoño. Así, el manejo reproductivo practicado se caracterizó por la concentración de partos en dos épocas, otoño (septiembre-diciembre) y primavera (febrero-mayo) (Figura 1). Las cubriciones se realizaron mediante monta natural con toros de las mismas razas que las hembras. Las dos épocas de cubriciones tuvieron una duración de tres meses cada una, iniciándose 90 días después del primer parto. Con el fin de prestar a las primíparas una atención especial en el momento del parto, la primera cubrición de las novillas comenzó antes del inicio del período de reproducción de las vacas multíparas.

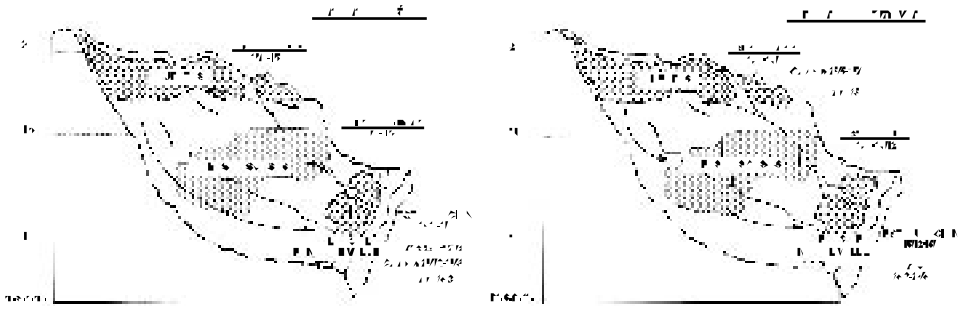


Figura 1. *Manejo de los animales en función de la época de parto*

Para conocer el papel del pastoreo en el ciclo anual de las vacas se realizó un análisis global de los resultados obtenidos durante los diferentes períodos de pastoreo a lo largo del año de 215 vacas que cumplieron durante el período controlado (1989-1996) la condición de gestar y cumplir el ciclo anual de pastoreo (552 ciclos anuales) (CASASÚS y col., 2002). Las vacas con parto de primavera, que suben a puerto con sus terneros, obtuvieron unas ganancias de peso muy limitadas durante el pastoreo, mientras que las vacas con parto de otoño fueron capaces de recuperar en pastoreo el peso perdido durante la lactación y asegurar una adecuada condición corporal al parto (7.7 vs. 52.1 kg, $P<0.001$). Este trabajo cuestionaría las tradicionalmente admitidas ganancias en estos pastos, evidenciando la mejor adaptación de los partos de otoño a las condiciones de montaña seca, resultados que podrían generalizarse a importantes áreas españolas de producción de vacas nodrizas.

Pubertad y edad al primer parto

Uno de los primeros aspectos que determinan la vida productiva de las vacas nodrizas, y por tanto el rendimiento reproductivo final de los animales, es el momento del inicio de la pubertad. En la especie bovina, la primera ovulación se produce entre los 6 y 24 meses de edad, en función de diversos factores, de entre los que destacan la raza, el peso vivo, el tamaño corporal, el nivel de alimentación o la estación del año. Diversos trabajos realizados con animales de razas

Parda de Montaña y Pirenaica, recriados con distintos niveles de alimentación y en distintas épocas del año, mostraron una mayor precocidad en el inicio de la pubertad en la raza Parda de Montaña, poniendo de manifiesto la existencia de un «peso umbral» cercano a los 330 kg (aprox. 400 días de edad) en esta raza para alcanzar la pubertad. Sin embargo, en la raza Pirenaica se evidenció la existencia de una «edad crítica» próxima a los 490 días (aprox. 340 kg de peso) para alcanzar dicha pubertad (OLLETA y col., 1991).

Esta edad a la pubertad determinará la edad al primer parto, sin olvidar otros aspectos como la decisión del ganadero o el manejo seguido con el rebaño (rebaños colectivos en pastoreo permanente, etc.). En los trabajos desarrollados por este equipo se comprobó que el adelantamiento de la edad al primer parto de 3 a 2.5 años no presentó efectos importantes sobre los rendimientos productivos o reproductivos, en vacas de raza Parda de Montaña (REVILLA y col., 1989), siempre que se mantuvieran unos niveles de alimentación adecuados durante la recría (cercanos o superiores a los 500 g/d) y durante la primera lactación.

Por tanto, desde el punto de vista práctico, debemos señalar que la pubertad se inicia en la mayoría de los animales de ambas razas a edades totalmente compatibles con los manejos reproductivos habituales en sus áreas de explotación, recordando la obligación de utilizar toros adecuados para evitar el incremento de distocias en las primíparas.

Principales factores que afectan a la duración del anestro postparto

Después del parto, la vaca sufre un período de inactividad sexual, denominado anestro postparto (APP), de duración muy variable, desde 2-3 semanas hasta varios meses. En general, las vacas nodrizas suelen presentar mayores APP que las vacas lecheras, debido a que la incidencia de ovulación del primer folículo dominante detectado después del parto es muy inferior en las primeras (11% vs. 74%, para vacas nodrizas (MURPHY y col., 1990) y lecheras (SAVIO y col., 1990, respectivamente). Es probable que este fallo en la ovulación sea consecuencia de una insuficiente liberación pulsátil de LH (FORTUNE, 1986), de ahí que todos los factores que influyen en la frecuencia de pulsos de LH afectarán finalmente al momento de la primera ovulación y a la duración del APP.

Los APP prolongados son uno de los mayores limitantes de la rentabilidad de las explotaciones de vacas, lo que ha derivado en un uso masivo de tratamientos hormonales (administración de GnRH, gonadotropinas (eCG, FSH, hCG) o esteroides (estrógenos, progestágenos)) encaminados a la reducción de dicho período. Sin embargo, aún existe la posibilidad de introducir cambios importantes en el manejo de los animales que van a permitir una reactivación ovárica temprana después del parto, sin necesidad de recurrir a la administración de tratamientos hormonales para el control de la reproducción.

Para desarrollar nuevos manejos alternativos es imprescindible conocer con profundidad qué factores de explotación y/o sus interacciones actúan sobre la reactivación ovárica postparto de las vacas nodrizas. Con este objetivo, se recogieron los datos productivos y la duración del APP de 549 vacas nodrizas (La Garcipollera) entre los años 1987 y 1998 (SANZ y col., 2001a; SANZ y col., enviado), sometidas al manejo general descrito en apartados anteriores. Se registró el peso y la condición corporal (CC, escala de 1 a 5 de LOWMAN y col. (1976)) al parto, la evolución de ambos parámetros durante la lactación, el peso y crecimiento de los terneros, la producción lechera y la alimentación ofrecida. La duración del APP se determinó a partir de los nive-

les plasmáticos de progesterona, obtenidos mediante radioinmunoanálisis (^{125}I-Progésterona COATRIA, bioMérieux, SA. Marcy L'Etoile, France), a partir de tres muestras semanales de sangre recogidas a lo largo de la lactación. A continuación resumimos los resultados obtenidos con relación a los principales factores analizados.

Época de parto

En numerosos trabajos se han observado menores APP en aquellas vacas que paren en verano-otoño, respecto de las que lo hacen en invierno-primavera, estando este efecto estacional asociado con el fotoperiodo (HANSEN y HAUSER, 1984). En nuestras condiciones de trabajo, la época de parto no destacó como un factor importante en la determinación de la duración del APP, confirmando también la ausencia de efectos estacionales sobre la reproducción observada en trabajos previos (41 vs. 34 días, para otoño y primavera, respectivamente) (REVILLA, 1997). Al estudiar las características de los tipos de animales «Parto de otoño» y «Parto de primavera» (Tabla I) podemos deducir que la influencia de la época de parto en el plano reproductivo, al menos en nuestras condiciones de montaña, se debe a diferencias nutricionales o de manejo del rebaño, más que a un efecto estacional en sí, reflexión corroborada por los resultados obtenidos en el estudio del papel del pastoreo en los sistemas extensivos (apartado 4.2).

Tabla I. Comparación de los tipos de vacas «Parto de otoño» y «Parto de primavera» (SANZ y col., 2001a)

ÉPOCA DE PARTO	OTOÑO	PRIMAVERA
Peso vaca parto, kg	637,7	535,9
CC parto	2,75	2,34
CC destete	2,55	2,45
Ganancia vaca lactación, kg/d	-0,386	0,148
Peso ternero nacimiento, kg	45,6	42,0
Peso ternero destete, kg	164,2	171,5
Ganancia ternero lactación, kg/d	0,946	0,892
Producción leche, kg/d	9,0	7,9
Anestro postparto, d	31,0	65,6

cc: condición corporal

Manejo alimenticio

Como ya hemos visto, los animales explotados en condiciones extensivas están sujetos a importantes variaciones de peso vivo y reservas corporales a lo largo del año, aspecto que puede afectar a la frecuencia de pulsos de LH y a la duración del APP (WRIGHT y col., 1987). El análisis global realizado mostró claramente que el nivel de alimentación recibido antes del parto fue el principal factor de manejo asociado a la duración del APP, relacionándose las pérdidas de peso preparto y la CC al parto baja con APP muy prolongados (superiores a 90 días). El efecto del nivel de alimentación recibido durante la lactación estuvo subordinado al nivel de alimentación preparto, de manera que cuanto menor fue la CC al parto más relevancia tomó la alimentación postparto (CC parto > 2.5, efecto del nivel postparto no significativo; CC parto ≤ 2.5, efecto significativo), confirmando los resultados obtenidos en ensayos puntuales anteriores (Tabla II,

SANZ y col. (2001b)). La influencia de la alimentación postparto fue especialmente importante en los animales jóvenes.

Tabla II. Efecto de los niveles de alimentación recibidos antes y después del parto sobre los rendimientos productivos y reproductivos de las vacas nodrizas (SANZ *y col.*, 2001b)

Nivel PREPARTO	**ALTO**		**BAJO**		***Significación***		
Nivel POSTPARTO	**ALTO**	**BAJO**	**ALTO**	**BAJO**	**Pre**	**Post**	**Pre*Post**
n	12	12	9	8			
Peso vaca parto, kg	608	733	537	542	***	***	***
CC parto	2,95	3,24	1,98	1,98	***	**	**
CC destete	2,90	2,70	2,70	1,53	***	***	***
Ganancia vaca lactación, kg/d	0,003	-1,125	0,944	-0,123	***	***	NS
Peso ternero nacimiento, kg	43,2	48,2	41,2	39,8	*	NS	NS
Ganancia ternero lactación, kg/d	1,179	0,916	0,949	0,572	***	***	NS
Producción leche, kg/d	13,18	9,88	6,89	5,32	***	**	NS
Anestro postparto, d	27,4	33,7	69,4	194,4	***	***	***

cc: condición corporal

En las condiciones extensivas del Pirineo, la estacionalidad de la producción forrajera desencadena dos situaciones productivas muy diferenciadas:

- En los partos de primavera, el final de la gestación se realiza durante la estabulación invernal, dependiendo la lactación, la reactivación ovárica y la recuperación de reservas corporales de la estación de pastoreo. Por tanto, el ganadero puede elegir el nivel de alimentación durante el final de la gestación y determinar la buena o mala CC de las vacas al parto, aunque a costa de aumentar o reducir el coste de alimentación.
- En los partos de otoño, tanto la recuperación de reservas corporales como el final de la gestación recaen sobre la estación de pastoreo, centrándose las necesidades de lactación y la reproducción durante la invernada. En este caso, el ganadero puede determinar el nivel de alimentación en lactación (mantenimiento o restricción energética), estando la CC al parto definida por la estación de pastoreo, y que, como ya hemos visto, en nuestras condiciones habituales de trabajo es adecuada y permitirá una reactivación ovárica temprana tras el parto.

Estos resultados deberían suponer un cambio importante en las prácticas habituales de muchas ganaderías comerciales, que centran exclusivamente el cuidado de la alimentación en el período posterior al parto.

Manejo del ternero

La crianza del ternero puede retrasar la reactivación ovárica postparto de la vaca, a través de la inhibición de la liberación pulsátil de LH (WILLIAMS, 1990). Se han practicado diversos manejos del ternero con el fin de reducir el efecto negativo de la crianza sobre la actividad reproductiva; por ejemplo, en numerosas zonas de montaña como el Pirineo y durante la estabulación

invernal, el ternero se mantiene separado de su madre permitiéndole lactar durante uno o dos cortos períodos diarios. Sin embargo, la adaptación de las explotaciones a condiciones cada vez más extensivas impide la aplicación de este manejo del ternero, conduciendo a una permanencia continua del ternero con la madre, cuyas repercusiones pueden ser muy negativas sobre el rendimiento reproductivo de los rebaños de vacas nodrizas. Con el fin de conocer estas repercusiones, se compararon dos manejos del ternero: el acceso restringido (AR) y el acceso libre (AL). En el sistema tradicional (AR) los terneros permanecían separados de sus madres en un cubículo anexo al de las vacas, permitiéndoles mamar durante dos períodos diarios de 15 minutos cada uno. En el nuevo manejo (AL), los terneros permanecieron con sus madres durante toda la lactación. El análisis global relacionó claramente el acceso libre del ternero a la madre con APP prolongados (superiores a 90 días).

Para conocer con profundidad los mecanismos endocrinos que regulan el efecto de la crianza sobre la reproducción en diferentes condiciones de alimentación, testamos la hipótesis de que la separación y el aislamiento del ternero en el momento de la aparición del primer folículo dominante podría provocar la ovulación de dicho folículo, que no se produciría en el caso de que el ternero siguiera constantemente con su madre. En la experiencia realizada se confirmó la hipótesis planteada, aunque este manejo del ternero indujo un mayor porcentaje de ovulaciones en las vacas que presentaron mejor CC al parto (Figura 2) (SANZ, 2000; SINCLAIR y col., 1999).

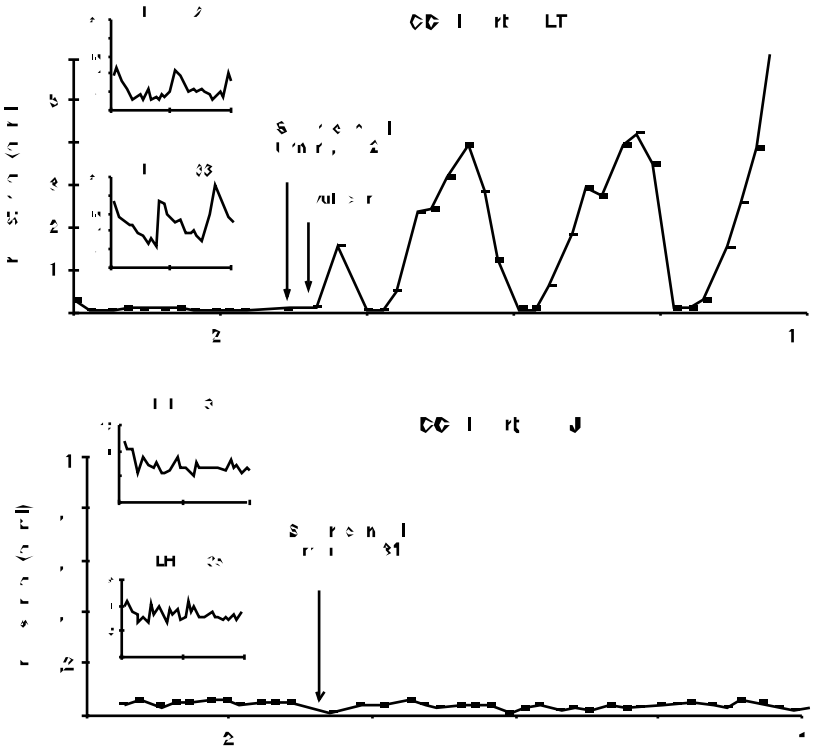


Figura 2. *Respuesta a la manipulación del ternero en función de la CC al parto (SANZ, 2000)*

Teniendo en cuenta que 5-6 semanas después del parto el almacén hipofisario de LH debería de estar recuperado (NETT, 1987) y que la influencia de la separación del ternero sobre la liberación pulsátil de LH se ejercería a corto plazo (MACKEY y col., 1997), en un ensayo posterior iniciamos la restricción del acceso del ternero a la madre el día 45 postparto, con el fin de aplicar el efecto beneficioso de la separación del ternero sobre la reactivación ovárica en el momento oportuno. Sin embargo, en las condiciones del ensayo, la manipulación resultó ser tardía, conduciendo a que el efecto del manejo del ternero fuera secundario al ejercido por la alimentación postparto (SANZ, 2000).

Todos estos trabajos confirmaron la existencia de importantes interacciones entre la crianza y otros factores como la alimentación o la raza, ya observadas previamente (SAN JUAN, 1993; REVILLA, 1997), y que resumimos a continuación (Tabla III):

Tabla III. Duración del anestro postparto en función de la condición corporal al parto, el nivel de alimentación recibido durante la lactación y el manejo del ternero (acceso libre o restringido del ternero a la madre) (SANZ, 2000)

Raza	CC parto	Nivel postparto (%) *	GMD lactación (kg)		Prod. leche (kg/d)	Anestro postparto (d) Acceso ternero		
			vaca	ternero		Restring.	Libre	media
Parda	3,0	160	0,003	1,179	11,0	28	27	27
Parda	3,0	75	-1,125	0,916	8,6	34	34	34
Parda	2,7	100	-0,193	0,991	9,1	39	39	39
Parda	2,5	110	-0,151	0,945	9,5	32	83	57
Pirenaica	2,5	110	0,274	0,735	6,6	44	33	39
Parda	2,0	160	0,944	0,949	6,7	78	63	70
Parda	2,0	75	-0,123	0,572	6,1	180	209	194

* Porcentaje de necesidades energéticas teóricas cubiertas con el nivel de alimentación postparto
GMD: ganancia media diaria
cc: condición corporal

- Cuando la CC al parto fue mayor de 2.5, la duración del APP fue independiente del nivel de alimentación postparto y del manejo seguido con el ternero, tanto en las vacas de raza Parda de Montaña como en la Pirenaica.
- En condiciones intermedias de alimentación (CC al parto de 2.5 y ración de mantenimiento durante la lactación), la restricción del acceso del ternero a la madre acortó la duración del APP en la raza Parda de Montaña. Sin embargo, en la raza Pirenaica la duración del APP fue independiente del manejo del ternero, poniendo de manifiesto que esta raza fue menos sensible a la inhibición que la crianza sobre la reproducción, aunque esta desigualdad racial no se originó a través de un menor gasto energético en el caso de la raza Pirenaica, por su menor producción lechera, o por diferencias en la dinámica folicular de las vacas.
- En situación de reducida CC al parto y/o niveles bajos de alimentación postparto, la duración del APP siempre fue prolongada, con independencia de la raza o del manejo del ternero.

Mientras que en las dos primeras situaciones, el ganadero puede reducir los costes alimenticios durante la lactación, asegurándose un alto porcentaje de gestaciones para el año siguiente, en el tercer caso es preciso incrementar de forma importante las raciones postparto, existiendo la posibilidad de que las vacas no se encuentren cíclicas durante el período de cubriciones, lo que reduciría considerablemente el rendimiento reproductivo del rebaño.

Estos resultados muestran que la restricción del acceso del ternero a la madre es una técnica sencilla y económica, que facilita que los animales reinicien la actividad reproductiva de forma temprana, y corroboran el papel modulador de la alimentación preparto sobre la intensidad de la influencia del resto de factores que pueden afectar a la reactivación ovárica postparto, señalada anteriormente.

RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

De los resultados obtenidos en los diferentes ensayos se desprende la recomendación de diseñar una estrategia de manejo que permita la correcta alimentación de las vacas, al menos durante el último tercio de gestación, asegurando un rendimiento reproductivo óptimo en los rebaños de vacas nodrizas. La distribución de los gastos alimenticios deberá estar en función del sistema de explotación, de forma que en sistemas extensivos que conllevan la permanencia continua del ternero a la madre será necesario concentrar dicho gasto antes del parto para que los animales lleguen al parto con una CC mínima de 2.7 en el caso de la Parda de Montaña y de 2.5 en el de la Pirenaica (debido a la menor sensibilidad de esta última raza al bloqueo que la crianza del ternero ejerce sobre la reproducción).

Sin embargo, en los sistemas de explotación que permitan la manipulación del ternero será factible reducir la alimentación preparto, al menos en un 10-20%, sin que existan repercusiones importantes en el plano reproductivo, siempre y cuando las pérdidas de peso en lactación no sean acusadas.

Si finalmente no es posible asegurar una adecuada CC al parto será imprescindible, en primer lugar, el aporte de niveles de alimentación elevados durante la lactación y, en segundo lugar, la permanencia restringida del ternero, para conseguir que las vacas estén cíclicas en el período de cubriciones, y se asegure el ciclo productivo siguiente.

En el caso concreto de las novillas será preciso un esfuerzo especial para aportar una alimentación adecuada tanto antes como después del parto y, siempre que sea posible, mantener a los terneros en acceso restringido, pautas que van a permitir reactivaciones ováricas relativamente tempranas, asegurándose el óptimo desarrollo de las futuras vacas nodrizas.

En las zonas extensivas, y por ende, en determinados sistemas de producción ecológicos, los partos deberían localizarse al final de los períodos en los que las vacas fueran capaces de alcanzar un mayor cúmulo de reservas corporales. Estas reservas permitirán una rápida reactivación ovárica postparto y asegurar la lactación, inclusive en condiciones restrictivas de alimentación en lactación. En este sentido, el parto de otoño fue el que mejor se adaptó a las condiciones de montaña seca. Probablemente, los resultados derivados de estos trabajos podrían servir como ejemplo fácilmente extrapolable a otras zonas desfavorecidas con numerosos aspectos en común.

Nuestro país, tanto por su favorable climatología como por los tradicionales sistemas extensivos de producción, reúne óptimas condiciones para la agricultura y ganadería ecológicas. Aunque en la actualidad existen bases técnicas suficientes para desarrollar sistemas de producción ecológica, que permitirán la obtención de unos buenos índices productivos y reproductivos sin tener que re-

currir al control hormonal de la reproducción, es importante indicar que aún es posible introducir importantes cambios en el manejo de los animales, de cara a incrementar los índices técnicos de los rebaños, aspectos que deberán ser objeto de futuros trabajos de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la finca experimental La Garcipollera por el seguimiento técnico de las experiencias citadas en este trabajo. La realización de estas experiencias ha sido posible gracias a la concesión de Proyectos financiados por INIA, DGA, INTERREG y UE, y de becas de los gobiernos Vasco y Aragonés.

BIBLIOGRAFÍA

CASASÚS, I.; SANZ, A.; VILLALBA, D.; FERRER, R.; REVILLA, R. (2002). Factors affecting animal performance during the grazing season in a mountain cattle production system. J. Anim. Sci. 80, 1.638-1.651.

CEE (1991). Reglamento nº 2.092/91 del Consejo de 24/06/1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

D'HOUR, P.; REVILLA, R.; WRIGHT, I.A. (1998). Possible adjustments of suckler herd management to extensive situations. Ann. Zootech. 47, 453-463.

FORTUNE, J.E. (1986). Bovine theca and granulosa cells interact to promote androgen production. Biol. Reprod. 35, 292-299.

HANSEN, P.J.; HAUSER, E.R. (1984). Photoperiodic alteration of postpartum reproductive function in suckled cows. Theriogenology 22, 1-14.

LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.A.; SOMERVILLE, S.H. (1976). Condition scoring suckler cows. Bulletin East of Scotland College of Agriculture, no. 6.

MACKEY, D.R.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. (1997). The effect of calf isolation and restricted suckling, either alone or with progesterone/oestradiol treatment on LH secretion and interval to first ovulation in beef suckler cows. Proc IGAPA Research Forum.

MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. J. Reprod. Fertil. 90, 523-533.

NETT, T.M. (1987). Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the post-partum period in ewes and cows. J. Reprod. Fertil. Supl. 34, 201-213.

OLLETA, J.L.; REVILLA, R.; BLASCO, I.; SAN JUAN, L.; ALBERTI, P. (1991). Inicio de la pubertad en novillas de montaña: efecto de la raza y del crecimiento durante la recría. I.T.E.A. Producción Animal Vol. Extra 11, 94-96.

REVILLA, R. (1997). Manejo de la reproducción en razas autóctonas explotadas en diferentes sistemas de producción. 1 Congresso Iberico Reproducao Animal, Estoril (Portugal) 3-6 julio, 66-85.

REVILLA, R. (2000). Ganadería extensiva: Una apuesta por el medio ambiente. Albeitar 39, 30-32.

REVILLA, R. (2002). Producción ganadera sostenible. I.T.E.A. Producción Vegetal Vol. Extra 23, 133-146.

REVILLA, R.; BLASCO, I.; ALBERTÍ, P. (1989). Efecto de la edad al primer parto sobre los parámetros productivos en vacas de raza Parda Alpina. I.T.E.A. Producción Animal Vol. Extra 9, 274-276.

SAN JUAN, L. (1993). Contribución al estudio del anoestro postparto en vacas de carne explotadas en zonas de montaña: influencia de la alimentación y del manejo del ternero. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, 282 pp.

SANZ, A. (2000). Dinámica folicular en vacas nodrizas sometidas a condiciones nutricionales y de manejo del ternero diferentes. Factores de explotación asociados a la duración del anestro postparto. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, 224 pp.

SANZ, A.; BERNUÉS, A.; CASASÚS, I.; VILLALBA, D.; REVILLA, R. (enviado). Beef cows typology based on the variation factors of postpartum anoestrus. Livest. Prod. Sci.

SANZ, A.; CASASÚS, I.; BERNUÉS, A.; REVILLA, R. (2001a). Typologie des vaches allaitantes selon les facteurs de variation de la durée de l'anoestrus postpartum. 8èmes Rencontres Recherches Ruminants, París (Francia) 5-6 diciembre, 372.

SANZ, A.; CASASÚS, I.; BERNUÉS, A.; REVILLA, R. (2001b). Reinicio de la actividad folicular en vacas nodrizas sometidas a diferentes niveles de alimentación antes y después del parto. I.T.E.A. Producción Animal Vol. extra 22, 727-729.

SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; HYNES, N.; ROCHE, J.F. (1990). Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. J. Reprod. Fertil. 88, 569-579.

SINCLAIR, K.D.; MOLLE, G.; REVILLA, R.; ROCHE, J.F.; QUINTANS, G.; MARONGIU, L.; SANZ, A.; MACKEY, D.R.; DISKIN, M.G. (1999). Effects of body condition at calving, post-partum nutrition and calf access on the interval from calving to first ovulation in beef cows: I. Cow performance and metabolism. Proc. Br. Soc. Anim. Sci., 4.

WILLIAMS, G.L. (1990). Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. J. Anim. Sci. 68, 831-852.

WRIGHT, I.A.; RHIND, S.M.; RUSSEL, A.J.F.; WHYTE, T.K.; MCBEAN, A.J.; MCMILLEN, S.R. (1987). Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrous period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. Anim. Prod. 45, 395-402.

Noticias de una investigación en marcha: la producción lechera familiar como estrategia productiva de persistencia en el sur de la provincia de Santa Fe. Argentina

PABLO MARINI[1], RENATO BIOLATTO[2], ANDRÉS BASSI[3], MARCELO TOBIN[4], GRACIELA OTTMANN[5]

[1] Cátedra de Producción Animal. Facultad. Cs. Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
[2] Cátedra de Agrostología. Facultad Cs. Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
[3] Cátedra de Producción Animal. Facultad. Cs. Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
[4] Universidad Nacional de Rosario. Docente de la Cátedra de Histología. Facultad. Cs. Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
[5] Cátedra de Agrostología. Facultad Cs. Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

RESUMEN

El presente proyecto se propone analizar las estrategias productivas llevadas a cabo por productores familiares tamberos, que han hecho posible su permanencia en un contexto institucional y socioeconómicamente adverso caracterizado por una fuerte tendencia a la concentración productiva y económica; intentando rescatar determinadas características del «campesinado tradicional» (como la autosuficiencia agroalimentaria y la utilización de recursos endógenos, entre otros) para articularlas con otras nuevas, de naturaleza medioambiental (como la utilización de energías renovables y de formas de manejo conservacionistas, entre otras) y solidaria (generación de empleo local y de sistemas de apoyo mutuo en las comunidades). El estudio será realizado sobre tambos familiares (entre 15 y 55 vacas) ubicados en los Departamentos de San Lorenzo y Rosario, provincia de Santa Fe, utilizando para ello una metodología que articule técnicas tanto cuantitativas como cualitativas en una única estrategia de Investigación Acción Participativa.

INTRODUCCIÓN

En la presente comunicación pretendemos dar cuenta de un proceso de investigación generado en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. La

estrategia propuesta pretende indagar el potencial endógeno agroecológico existente en la estructura agraria santafesina a través de un proceso de investigación acción participativa.

La unidad de análisis está constituida por los departamentos San Lorenzo y Rosario de la provincia de Santa Fe, y utilizamos para enriquecer el análisis secundario de la misma un estudio de caso. A través de él pretendemos profundizar cualitativamente en los elementos clave de nuestra estrategia de investigación. Centramos nuestro trabajo sobre dichos departamentos teniendo en cuenta la factibilidad económica de poder desplazarnos para realizar las entrevistas y la relación existente con el área de influencia de la Facultad. Nuestra intención es, después de realizar una caracterización multivariable de los sistemas productivos, profundizar en el núcleo central de la problemática productiva medioambiental, mediante un análisis cualitativo, que permita analizar el potencial agroecológico de la región para comprender cuáles han sido las principales líneas de acción (GIDDENS, 1997) que han seguido los productores familiares lecheros en los Departamentos San Lorenzo y Rosario de la provincia de Santa Fe; y poder explicar las estrategias (BOURDIEU, 1996) productivas que han hecho posible su permanencia en un contexto institucional y socioeconómicamente adverso caracterizado por una fuerte tendencia a la concentración productiva.

BREVE APORTACIÓN TEÓRICA

El trabajo sobre el cual pretendemos dar noticia aspira a contribuir al fortalecimiento y potenciación de aquellos procesos de desarrollo local existentes, o en vías de formación, vinculados de alguna manera con los principios de la Agroecología (ALTIERI, 1987 y 1995; GLIESSMAN, 1997) en la provincia de Santa Fe. Se trata de descubrir, sistematizar, analizar y potenciar aquellos elementos de resistencia local perceptibles frente al proceso de mecanización y «agroquimización» mal denominado como «modernización agraria» (y que ha sido excelentemente caracterizado como «modo industrial de uso» de los recursos naturales: GADGIL y GUHA, 1992), para, a través de ellos, tratar de diseñar, de forma participativa, estrategias de desarrollo definidas a partir de la propia identidad local del agroecosistema (CONWAY, 1985) concreto en que se inserten.

La Agroecología propone el diseño de métodos de desarrollo endógeno para el manejo ecológico de los recursos naturales (GUZMÁN CASADO y col., 2000), para lo que necesita utilizar, en la mayor medida posible, de los elementos de resistencia específicos de cada identidad local. En nuestra opinión, la manera más eficaz para realizar esta tarea consiste en potenciar las formas de acción social colectiva, dado que éstas poseen un potencial endógeno transformador (SEVILLA GUZMÁN, 2001). Por lo tanto, no se trata de llevar soluciones rápidas para la comunidad, sino de detectar aquellas que existen localmente y «acompañar» y animar los procesos de transformación existentes, en una dinámica participativa (SEVILLA GUZMÁN y GONZÁLEZ DE MOLINA, 1993). En este sentido, el diseño de tecnologías en finca permite fortalecer la capacidad local de experimentación e innovación de los propios agricultores, con los recursos naturales específicos de cada agroecosistema.

Para finalizar, podemos afirmar que el enfoque agroecológico pretende activar ese potencial endógeno, generando procesos que den lugar a nuevas respuestas y/o hagan surgir las viejas (si éstas son sustentables). El mecanismo de trabajo a través del cual se obtiene dicha activación lo constituye el fortalecimiento de los marcos de acción de las fuerzas sociales internas de la loca-

lidad. Es así como se lleva a cabo la apropiación por parte de los actores locales de aquellos elementos de su entorno –tanto genuinamente locales como genéricamente exteriores– que les permiten establecer «nuevos cursos de acción».

CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente apartado vamos a caracterizar, brevemente, el proceso de investigación hasta ahora desarrollado. En un primer momento se realizó un análisis secundario utilizando la bibliografía existente sobre la estructura agraria de la región pampeana donde se encuentran ubicados los departamentos de San Lorenzo y Rosario, comenzando por un análisis histórico desde mediados del ochocientos (s. XIX). No obstante, dada la naturaleza de esta comunicación, presentamos un breve comentario sobre la periodización elaborada en dicho análisis incluyendo solamente el período comprendido desde la década de los 70. En un segundo momento damos noticia del análisis secundario en el que hemos caracterizado la estructura agraria actual de la provincia de Santa Fe. Y, finalmente, presentamos, esquemáticamente, la situación en que se encuentra nuestra investigación. Pasamos a considerar el contexto histórico donde se da cuenta de la coyuntura socioeconómica y productiva de la región pampeana.

Sobre el contexto histórico y la coyuntura socioeconómica y productiva de la región

A partir de los años sesenta, las «teorías de la dependencia» cobran gran importancia en Latinoamérica. Se pensaba que para superar el subdesarrollo habría que romper con la dependencia del exterior y aprovechar así las capacidades y recursos propios. Ya la CEPAL había planteado la necesidad de impulsar el desarrollo de la tecnología local, destinando fondos a la investigación a través de organismos públicos que difundieran las tecnologías entre las empresas y los productores agropecuarios; así como estimular la radicación de capital extranjero. Estas medidas fueron impulsadas por movimientos desarrollistas como las que llevó a la práctica el gobierno de Arturo Frondizi (1958-1962). Había que construir un país industrial y «moderno».

En los años setenta, las ideas liberales vuelven a triunfar y la palabra «desarrollo» es sustituida por «crecimiento económico»; es decir, el incremento de la producción de bienes y servicios sin tener en cuenta la mejora en la calidad de vida de la población, por lo tanto un país puede crecer sin desarrollarse.

En general, las propuestas de la CEPAL fueron puestas en marcha, aunque comienzan a revisarse los efectos negativos que la sustitución de importaciones había provocado. En general, esta corriente neoestructuralista, que surge para corregir los errores del estructuralismo, estimula la industrialización tanto hacia el mercado interno como el externo impulsando la modernización productiva con base en la tecnología para incrementar la competencia; se produce una orientación de los capitales externos hacia actividades productivas.

El orden internacional consolidado tras la segunda guerra mundial entra en crisis y, en los años ochenta con el fin del «mundo bipolar», se consolida un proceso que había comenzado a gestarse en los setenta: la globalización, es decir, los procesos económicos, sociales, políticos y culturales se transnacionalizan dando origen, en lo económico, a grandes corporaciones internacionales. La expansión de la frontera agropecuaria que se produce en este período, pero que se

inicia en los 70 con el cultivo de soja, es llevada a cabo por empresas transnacionales a través de la difusión de una agricultura para exportación con el uso intensivo de «paquetes tecnológicos» introducidos por estas mismas empresas multinacionales. De esta manera, quedan incorporadas a la región nuevas zonas «extrapampeanas» que antes eran por ejemplo montes o áreas marginales dedicadas a la cría extensiva de ganado.

El caso paradigmático sería el cultivo de soja que se inicia en un primer momento (década de los 70) con la introducción de variedades mejoradas y técnicas culturales especialmente adaptadas para el cultivo; para llegar en un segundo momento (1996) a ser «la tecnología que más alta adopción tuvo en el término de cuatro años (superior a EE.UU.), llegando a ocupar 9.8 millones de hectáreas para la campaña 2000/01, siendo en casi su totalidad transgénica» (PENGUE, 2000). Es nuevamente el cultivo de soja que sirve de eslabón para unir la etapa anterior, uso de agroquímicos, con esta última, con la característica de utilizar especies genéticamente modificadas. En 1996 Argentina aprobó la comercialización de la soja Roundup Rady de Monsanto, resistente al glifosato. En sólo 2 años, es decir, en 1998, la extensión del cultivo de la soja experimenta una espectacular expansión de este cultivo, ocupando aproximadamente 2 millones de hectáreas (GRAIN, 1998).

Es de esta forma como, una vez contextualizado temporal y espacialmente el marco de nuestra investigación, abordamos los objetivos de la misma, que pasamos a considerar.

Objetivos

1. Analizar las estrategias utilizadas por pequeños productores tamberos de la zona bajo estudio para poder explicar su persistencia en la región.
   1.1. Indagar las prioridades que han guiado sus líneas de acción diferentes estableciendo una tipología significativa de las mismas.
   1.2. Identificar el conjunto de estrategias productivas que llevan a la práctica cada una de ellas.
2. Establecer un área de extensión entre los Departamentos Rosario y San Lorenzo y Facultad de Ciencias Veterinarias - UNR.
   2.1. Identificar los principales problemas de los productores a través de un diagnóstico participativo encaminando sus propuestas hacia formas de acción participativa en los terrenos de la producción y circulación de sus productos.
3. Promover el intercambio de información de aquellas experiencias que dinamicen cambios hacia prácticas de manejo sustentables como aquellas que propone la Agroecología.

Análisis secundario de la provincia de Santa Fe

El proceso de modernización que se inicia en Argentina a partir de la década de los 50, con una mecanización sin adaptación a las especificidades ecosistémicas, fue provocando cambios paulatinos en la organización de los procesos productivos, tanto a nivel predial, como regional, así como nuevas normas de degradación motivadas por tan indiscriminada artificialización del manejo. Este proceso se acentúa en la década de los 70 con la introducción del cultivo de soja desplazando 5 millones de hectáreas de la ganadería a la agricultura, proceso éste conocido como agricul-

turización intensificándose con ello las referidas externalidades tecnológicas (BARSKY y GELMAN, 2001). El impacto negativo de lo anterior se hizo notar pronto en el sur de la provincia de Santa Fe, donde este proceso influyó también, de manera decisiva como veremos más adelante, en la disminución del número de tambos (GALETTO, 1994). En el caso específico de la producción lechera, su dinámica de tales externalidades tecnológicas, junto con una política agropecuaria fuertemente dependiente fue cambiando de manera acelerada y, tras haber pasado un período de inestabilidad, con momentos de exceso o déficit productivos entre 1970 y 1988; durante el trienio 1988-1990 pareció cobrar fuerza una tendencia exportadora, que se consolida a partir de 1991 con el cambio estructural del Estado y el Plan de Convertibilidad. Ya, a partir de 1994, el cambio fue rotundo y, la producción láctea, se orientó, casi exclusivamente, hacia el mercado externo, al mismo tiempo que se producía un aumento del consumo doméstico ubicado en los niveles más altos de la serie histórica (alrededor de 220 litros/habitante/año) (GALETTO, 1996; COMERÓN y SCHILDER, 1997). Llegamos así al último decenio 1990-2000 con un aumento sustantivo en la producción láctea, pero, paradójicamente, al mismo tiempo que se registraba este aumento en la producción por tambo y por vacas, disminuía el número de tambos. En efecto, según el informe del documento «Básico de la primera Reunión de Programación Lechera, realizado en Villa María el 15/12/64 se estimaba que en el país existían alrededor de 45.000 tambos y que la producción total de leche era de 4.500 millones de litros anuales. Hoy, el número es inferior a los 25.000 y la producción está muy cercana a los 8.000 millones de litros (BLOUSSON, 1995). La provincia de Santa Fe no queda exenta de este proceso de concentración de las unidades productivas. Como vemos a continuación, entre los años 1975 y el año 1995 desaparecieron 9.598 tambos, lo que produce un promedio de 479,9 tambos menos por año. Por lo tanto desaparecieron el 62,88% de los tambos que había en la provincia. También en el mismo período hubo una disminución de 55,60% de hectáreas de pasturas, un 11,35% de vacas y se produjo un 345% de aumento en los kg de grasa butirosa por hectárea. En los Departamentos San Lorenzo y Rosario, donde realizaremos la presente investigación, se registraron entre los años 1975 y 1992 una disminución en el número de tambos del 84.2% y del 94.2%, respectivamente. Es decir, se pasó de 444 tambos a 69 en el Departamento San Lorenzo; y de 307 a 18 en el Departamento Rosario (Secretaría Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación, 1996; BASSI, 2001). Frente a esta situación de exclusión generalizada de la agricultura familiar modernizada, se inicia un nuevo proceso que comienza a conceptualizarse como la aparición de una nueva ruralidad (GIARRACA, 2001). Encontramos así experiencias de pequeña ganadería que combinan elementos del campesinado tradicional (SEVILLA GUZMÁN, 1991) con elementos propios de la economía capitalista, y que además asume los riesgos de la producción en la región objeto de estudio. Tales explotaciones agropecuarias aparecen como una alternativa posible de llevar a la práctica para hacer frente al deterioro económico, ecológico y social que la agricultura industrializada está provocando en los etnoecosistemas. En diferentes zonas, tanto de Latinoamérica (SEVILLA y OTTMANN, 2000) como de Europa (MARSDEN y col., 2001), aparecen experiencias productivas que muestran rasgos con potencial endógeno de cambio.

Propuesta metodológica

La unidad espacial en la cual se está trabajando es la zona que comprende los Departamentos San Lorenzo y Rosario, ubicados al sur de la provincia de Santa Fe, directamente relacionados

con el área de influencia de la Facultad de Ciencias Veterinarias UNR. Dicha zona se caracterizó históricamente y se caracteriza actualmente por la fuerte presencia de explotaciones lecheras familiares capitalizadas que operan pequeñas y medias extensiones de tierras con un número variable de animales, dedicadas exclusivamente a la agricultura extensiva. En la provincia de Santa Fe se estima que los tambos con menos de 1.000 litros de entrega diaria de leche representan el 45% y aquellos de menos de 500 litros el 22%, e, independientemente de la eficiencia productiva, su permanencia en la actualidad fuertemente comprometida debido al reducido monto de sus ingresos. Así, según los datos de la última campaña de vacunación contra la fiebre aftosa, se observa que entre los Departamentos San Lorenzo y Rosario existe un total de 84 establecimientos lecheros que poseen entre 1y 300 vacas. Representando el 70,2% para el Departamento San Lorenzo y el 29,8% para Rosario (BASSI, 2001). Además, sobre un total de 59 establecimientos en el Departamento San Lorenzo 31 (52,5%) poseen menos de 55 vacas y para el Departamento Rosario, sobre un total de 25 establecimientos, 11 (44%) poseen menos de 55 vacas. A partir de estos datos se seleccionaron aquellos tambos que tienen entre 15 y 55 vacas justamente por ser aquellos que, a pesar de no estar en los niveles de producción esperados, aún persisten en la zona como productores tamberos.

La unidad social de análisis comprende las distintas líneas de acción seguidas por los actores involucrados a partir de las cuales se establecerán distintas tipologías para el análisis de las estrategias.

Nos proponemos trabajar con una metodología que articule técnicas tanto cuantitativas como cualitativas en una única estrategia de Investigación Acción Participativa. Para ello, utilizaremos la encuesta como herramienta cualitativa de indagación; la entrevista abierta y datos secundarios censales como herramientas cuantitativas. No obstante, esta dimensión distributiva será enriquecida por elementos que introduzcan una dimensión cualitativa en nuestra forma de indagación. Así la entrevista abierta se articulará con las citadas técnicas distributivas para establecer las distintas tipologías en función de las elecciones hechas por los productores. Finalmente, se realizarán diagnósticos participativos para analizar en cada tipología establecida, las distintas estrategias productivas que han sostenido durante los últimos años. Es decir que, en el caso que nos ocupa, las opciones o estrategias productivas por las cuales han optado los productores familiares de la zona pueden estar determinadas no exclusivamente por una racionalidad económica, sino también por el sentido de la acción que el propio sujeto le otorga. Y si asumimos que en ningún lugar ni ámbito de la actividad humana existe una realidad dada independiente del sujeto, entonces debemos considerar la totalidad de las técnicas y las prácticas de investigación, como configuraciones históricas […]. Los datos […] no constituyen intuiciones del ser, sino efecto de un significado […] (DELGADO y GUTIÉRREZ, 1998).

ACERCA DEL ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se encuentra en un estado inicial y los datos con que contamos son sólo preliminares, pero aun así es posible establecer a priori ciertas tipologías definidas que han de posibilitar encuadrar las acciones de los actores.

Aparece, de manera contundente y manifiesta en todas las entrevistas realizadas, la necesidad de contar con el trabajo familiar para poder llevar adelante la producción de estos «tambos» considerados pequeños de acuerdo a los parámetros socioeconómicos vigentes. Los mismos productores lo enuncian enfáticamente al decir:

«Un tambo pequeño daría si uno ordeña, si se va a vivir al campo, es decir, sin tambero».

«La clave está en el trabajo personal, familiar».

«Un tambo con menos de 1.000 litros diarios, de leche, no da en ninguna parte del mundo con un tambero mediero».

Es sin duda para estos establecimientos en particular, la figura del tambero mediero (aquella persona que se encarga de la extracción de la leche y cobra una retribución porcentual), la que está en juego. Surge así una primera estrategia que estaría encausando las acciones de estos productores y es «el trabajo familiar». No es posible llevar adelante una actividad lechera productiva con las características de las explotaciones con las que estamos trabajando, si no se cuenta con mano de obra familiar, aunque la misma puede ser aportada desde distintos niveles del ámbito productivo.

Nos hemos encontrado con casos que si bien cuentan con tamberos medieros para la extracción, los productores aportan su trabajo personal para la elaboración de subproductos lácteos, principalmente quesos, los que consiguen una diferencia de valor agregado al ser comercializados con respecto al obtenido por leche fluida solamente como lo demuestra la percepción que tienen las siguientes citas:

«Hace 10 o 11 años que estoy en esto y después lo poco que produzco lo trato de transformar en queso».

«Al principio vendíamos la leche muy barata, no había una salida, entonces empecé a ver quién usa leche fluida. Y empecé por una heladería, después fue otra y otra y era la forma de poder suplementar al animal. Te estoy hablando de 12 años atrás con problemas pero en el invierno no podía colocar la leche, y opté por empezar a fabricar mis propios quesos».

Y es dentro de esta caracterización donde también encontramos productores que consiguen una diferencia de valor al comercializar individualmente fuera del mercado tradicional, parcial o totalmente la producción de leche fluida. Consiguiendo ingresos que sextuplican el magro valor de mercado, del litro de leche pagado por las usinas lácteas a la que entregan su producción. Consideramos necesario clarificar que este tipo de actividad se encuentra fuera de todo «marco legal y bromatológico».

Dentro de los productores que aportan su trabajo familiar para la extracción, un tipo interesante lo constituyen aquellos que carecen de predio propio, o cuentan con superficies mínimas para las explotaciones de carácter extensivo muy difundidas en Argentina. Normalmente poseen seis hectáreas o menos y aprovechan para alimentar al ganado todos aquellos espacios de terrenos comunales, o de uso público, que debido a las características ecológicas de la región se encuentran normalmente bien dotados de forrajes, además, expenden la leche fluida directamente para el consumo familiar.

Es de sumo interés manifestar que los productores pequeños elaboran y llevan adelante manejos productivos que revisten características personales que les permiten sobrellevar este proceso de globalización que arrastra a aquellos que no se encuadran dentro de ciertos parámetros económicos-productivos.

El estudio de todos estos casos nos ha de permitir detectar los múltiples factores que interactúan para explicar la racionalidad de las diferentes estrategias productivas de aquellos productores que hacen aporte de mano de obra familiar en pequeños establecimientos productivos. La in-

formación que se está recabando es de suma importancia para lograr una articulación entre el conocimiento técnico de los investigadores en producción animal y la realidad socioproductiva de los agentes entrevistados.

REFLEXIÓN FINAL. A MODO DE CONCLUSIÓN

Como se ha indicado a lo largo del desarrollo del proyecto y como el propio título lo indica, la investigación que proponemos constituye una estrategia de conocimiento y apertura de un proceso de desarrollo local con la utilización de experiencias productivas como elementos configuradores de la misma. Por lo tanto, la contribución al desarrollo económico y social de la región en la que se implementa el presente trabajo, es el objetivo principal del mismo, justificando en lo que cita Galleto (1994) en donde el tambo fundamentalmente a pastoreo, tal como se practica en nuestro país, no sólo podría prevenir el deterioro del suelo, sino que por ser una actividad intensiva en utilización de mano de obra haría un uso adecuado de la combinación de factores que normalmente se encuentra presente en las pequeñas y medianas empresas (alta relación mano de obra por unidad de superficie). La naturaleza de la investigación acción-participativa planteada en el presente proyecto contribuirá a realizar un diseño participativo de métodos de desarrollo endógeno susceptibles de articulación en propuestas de *Desarrollo Regional*.

Es así como pretendemos obtener los elementos centrales para la construcción de una estrategia participativa de naturaleza agroecológica.

Es en este sentido que nos preguntamos: ¿cuáles han sido las estrategias utilizadas por pequeños productores tamberos que han hecho posible su persistencia en un contexto marcado por la economía de mercado y que, desde los discursos oficiales pronosticaban su desaparición? ¿Podría esta agricultura familiar que se resiste a desaparecer integrarse a una estrategia agroecológica para la región?

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1987). *Agroecology*. Boulder: Westrien Press.

ALTIERI, M.A. (1995). «El estado del arte en Agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina», en: A. *Cadenas Marín (Ed.), Agricultura y desarrollo sostenible.* Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

BARSKY, O.; GELMAN, J. (2001) *Historia del agro argentino. Desde la conquista hasta fines del siglo XX*. Grijalbo S.A. Buenos Aires.

BASSI, A. (2001). Médico Veterinario, coordinador de la Fundación de la Lucha para Impulsar la Sanidad Animal. *Comunicación personal.*

BLOUSSON, R. (1995). *El desafío de la lechería en la Argentina.*

BOURDIEU, P. (1996). *Cosas dichas.* Gedisa. Barcelona.

COMERÓN, E.A.; SCHILDER, E. (1997). *Intensificación de la producción de leche: análisis de alternativas para obtener altos niveles de productividad*. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 17, 3: 293-300.

CONWAY, G.R. (1985). «Agroecosystem Analisis», en: *Agricultural Administration,* Vol. 20, pp. 31-55.

DELGADO, J.M.; GUTIÉRREZ, J. (1998). *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales.* SINTESIS, S.A. Madrid.

GADGIL, M.; GUHA, R. (1992). *This Fissured Land*. Delhi: Oxford University Press. Durán, R 1993, La Explosión del Desorden: La metrópoli como espacio de la crisis global.

GALETTO, A. (1996). *Evolución del Comercio Nacional e Internacional de Lácteos*. Simposio Internacional de Lechería. Rosario.

GALETTO, A.; RAMÍREZ, L.; ZULIANI, S.; RASSIGA, F. (1994). *Competencia entre el tambo y la agricultura en la región sur de la provincia de Santa Fe*. Boletín de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, p. 19.

GIARRACA, N. (2001). ¿Una nueva ruralidad en América Latina? CLACSO. Buenos Aires.

GIDDENS, A. (1997). *Las nuevas reglas del método sociológico. Crítica positiva de las sociologías comprensivas.* Amorrortu editores. Buenos Aires.

GLIESSMAN, S.R. (1997). *Agroecology*. *Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Chelsea. Ann Arbor Press.

GRAIN (1998). «Los cultivos transgénicos invaden el sur», en: *Biodiversidad* nº 18.

GALETTO, A.; RAMÍREZ, L.; ZULIANI, S.; RASSIGA, F. (1994). *Competencia entre el tambo y la agricultura en la región sur de la provincia de Santa Fe*. Boletín de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, p. 19.

GALETTO, A. (1996). *Evolución del Comercio Nacional e Internacional de Lácteos*. Simposio Internacional de Lechería. Rosario.

GUZMÁN CASADO; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (2000). *Introducción a la agroecolo - gía como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi-Prensa.

MARSDEN, TERRY y col. (2001). «The Road Towards Sustainable Rural Development: Issues of Theory, Policy and Research Practice», en *Journal of Environmental Policy & Planning*. 3: 75-83.

PENGUE, W. (2000). *Cultivos transgénicos. ¿Hacia dónde vamos?* Lugar Editorial. Buenos Aires.

SECRETARÍA AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1996). Informe estadístico de leche y productos lácteos, p. 97.

SEVILLA GUZMÁN, E. (1991). «El campesinado», en: Salustiano del Campo Ed. *Tratado de Sociología*. vol. 1: 366-399.

SEVILLA GUZMÁN, E.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. (1993). *Ecología, campesinado e historia*. La Piqueta. Madrid.

SEVILLA GUZMÁN, E.; OTTMANN, G. (2001a). «Ecoagricultura, agroecología y desarrollo sustentable: pensando en el caso argentino» en: *III Encuentro de Colegios de Abogados sobre Temas de Derecho Agrario*. Instituto de Derecho Agrario Colegio de Abogados de Rosario, 2000, pp. 185-207.

SEVILLA GUZMÁN, E. (2001b). «Una estrategia de sustentabilidad a partir de la agroecología». En: Agroecología e Desenvolvimento Rural Susténtavel. Nº 1, Vol. 3. EMATER/RS.

Estudio de la producción de leche de oveja de raza guirra en manejo ecológico

JOAN PONT ANDRÉS[1]

[1] Noguera A.D.R. Coop. Mas de Noguera. 12440 Candiel.

RESUMEN

Se han estudiado algunas características de la raza Guirra, especialmente en lo que se refiere a la producción de leche, en un rebaño con manejo ecológico. La observación más destacable es una gran variabilidad, tanto en la cantidad de leche obtenida como en la duración del ordeño.

INTRODUCCIÓN

En las comarcas del interior de la Comunidad Valenciana la actividad agraria se enfrenta a numerosas dificultades para mantener una mínima viabilidad económica. Por ello es necesario desarrollar nuevos modelos de producción y comercialización que permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos y potencialidades de cada zona.

Estos modelos deben basarse en unos principios básicos que garanticen tanto su viabilidad económica como su integración en el contexto socioeconómico, ambiental y cultural de la comarca, tales como el aprovechamiento de los recursos locales, la diversificación de la producción, completar el ciclo de producción dentro de la propia finca y comercializar a través de circuitos cortos.

El ganado ovino de aptitud mixta para carne y leche permite sistemas de producción que se ajustan a las premisas anteriores. Aprovecha adecuadamente la vegetación arbustiva, la cual es dominante en estos montes, así como el rastrojo de los cultivos extensivos. Es un sistema diversificado, en el que al menos pueden valorarse tres producciones: carne, leche y estiércol, a las que se puede sumar la lana. De éstas, la leche permite su revalorización transformándola en queso, cuajadas y otros derivados, en la propia granja, incluso con rebaños de mediano tamaño.

OBJETIVO

Estudio de la aptitud de la raza Guirra para carne y leche, en producción ecológica en una zona de montaña: índices de fertilidad, prolificidad y producción lechera.

METODOLOGÍA

Se ha partido de un rebaño con 112 ovejas que, como ocurre con la mayoría de los rebaños de Guirra existentes, no habían sido ordeñadas. La monta se realizó entre el 19 de abril y el 18 de mayo, esperando que quedaran cubiertas el 50%, con la intención de hacer dos lotes. Para mejorar la fertilidad de las ovejas se utilizó el efecto macho y, tanto en madres como en machos, la técnica *Flusing*. Las ovejas preñadas fueron identificadas con un número mediante una anilla numerada en la pezuña, para facilitar el control individualizado de cada animal.

Los animales salieron a pastoreo cuatro horas diarias en primavera y verano y dos horas diarias en otoño e invierno, de forma que en aprisco recibieron una ración complementaria según la época del año a base de paja, granos y si estaban lactantes con alfalfa henificada.

Los partos tuvieron lugar desde el 19 de septiembre hasta el 18 de octubre. Los corderos menores de quince días tomaron leche y paja a libre disposición y los mayores de quince días comenzaron a tomar pienso y estuvieron en régimen de media leche hasta los cuarenta y cinco días.

El ritmo de ordeños fue de uno al día, midiendo la producción de cada oveja. Paralelamente se controló el consumo de alimentos y el estado sanitario de los animales.

RESULTADOS

Dado que durante este año nos encontrábamos en la fase de preparación y estudio previo, los datos obtenidos son muy escasos y no permiten alcanzar conclusiones concluyentes. No obstante se indica a continuación un resumen de los datos obtenidos hasta el momento.

Fertilidad y prolificidad

La fertilidad obtenida fue del 43%, cifra que no alcanza el objetivo propuesto pero se ha de tener en cuenta que son más difíciles las cubriciones de primavera y que en el rebaño había cerca de un 20% de corderas. La prolificidad fue de 1,04 corderos/oveja.

Producción de leche

Como el ordeño no se inició hasta que los últimos corderos nacidos tenían 15 días y los partos se alargaron durante un mes, en el momento de iniciarlo se destetaban ya los corderos que habían nacido primero, de forma que se han creado dos grupos dentro del lote, uno de 33 ovejas en las que se inició el ordeño antes del destete (grupo pre-destete) y otro de 15 animales en que se inició una vez destetados los corderos (grupo post-destete). Como era de esperar la producción fue sensiblemente mayor en el primer grupo.

La producción de leche ha sido muy variable debido, cabe suponer, a la falta de selección por el abandono del ordeño de estas ovejas hace unos treinta años. Esta variabilidad se ha observado tanto en el volumen de leche producida, entre 4,3 y 31,6 litros por oveja, como en la duración del ordeño, entre 24 y 83 días.

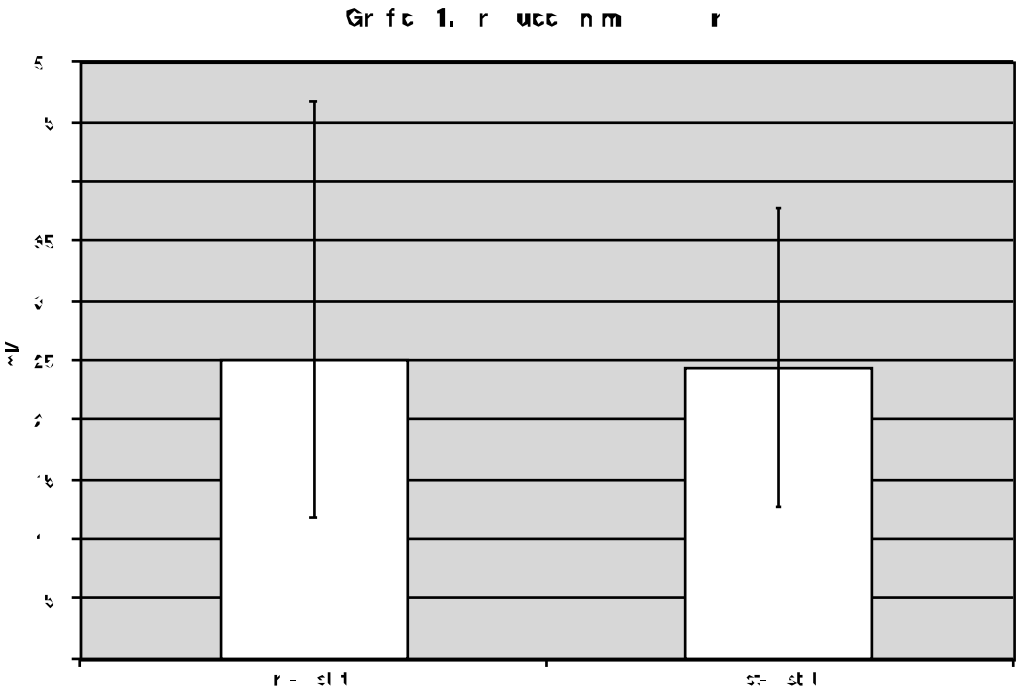


Figura 1. *Producción media diaria*

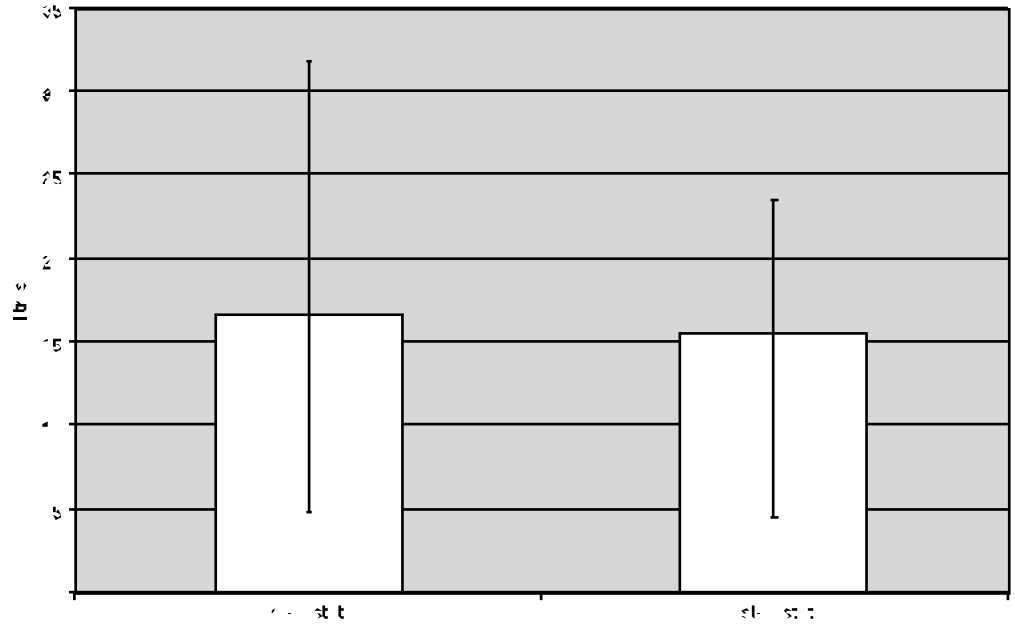


Figura 2. *Producción total*

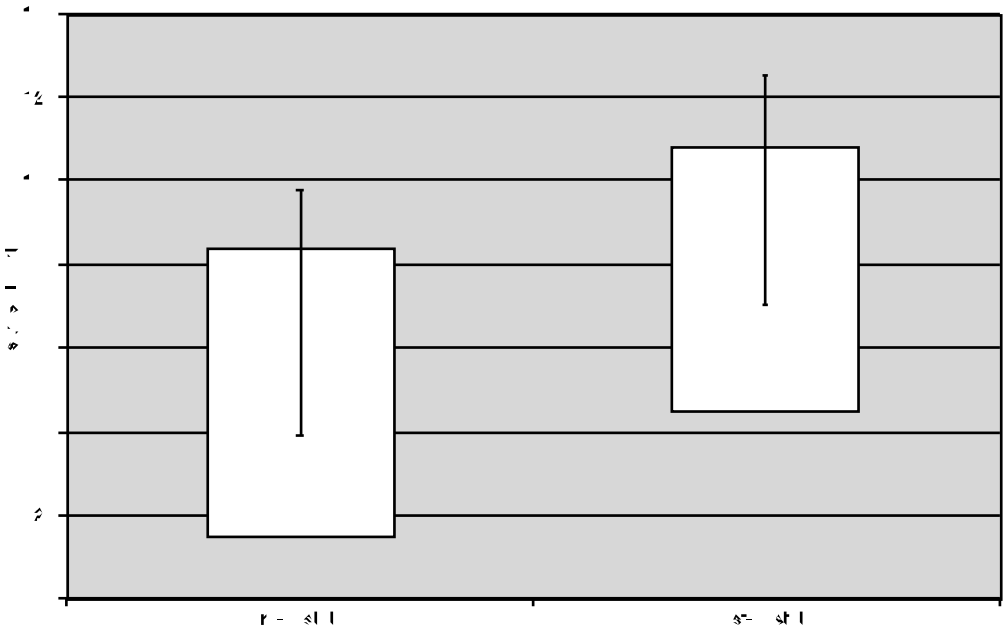


Figura 3. *Duración del ordeño*

El ordeño se finalizó el día 21 de enero de 2002, momento en el que del grupo pre-destete quedaban dos ovejas con un nivel de producción que permitía alargar su ordeño y del grupo post-destete quedaban otras dos.

A mediados del período de ordeño se realizó un análisis de la leche en el que se obtuvieron valores elevados tanto de materia grasa (8,83% p/p) como de proteína (6,51% p/p).

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia se ha realizado con la financiación, durante los años 1999 y 2001, del Programa Experimental Hortofrutícola de la Generalitat Valenciana.

Produção de forragem em sistema de produção orgânica de leite, na área de influência da Mata Atlântica, Brasil

L. J. MAGALHÃES AROEIRA[1], E. NOGUEIRA FERNANDES[1], D. S. CAMPOS PACIULLO[3], M. MESQUITA CARVALHO[2], J. DA COSTA CARNEIRO[1]

[1] Embrapa Gado de Leite. Rua Eugênio do Nascimento, 610. Dom Bosco, 36038-330, Juiz de Fora, Minas Gerais.
[2] Embrapa Gado de Leite. Bolsista do CNPq
[3] Embrapa Gado de Leite. Rua Eugênio do Nascimento, 610. Dom Bosco, 36038-330, Juiz de Fora, Minas Gerais.

RESUMO

São enfocadas diferentes alternativas para produção de forragem em sistemas de produção orgânica de leite na área de influência da Mata Atlântica. São apresentados resultados de pesquisa sobre o teor de proteína e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da *Brachiaria decumbens* sob efeito da sombra e em pleno sol, nas duas estações do ano. Durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou valores de DIVMS semelhantes aos observados na estação chuvosa, enquanto naquelas produzidas ao sol, a DIVMS foi mais baixa. Outra alternativa para produção de forragem consiste na consorciação de gramínea com leguminosa. Estudo realizado em pastagem exclusiva de *B. decumbens* e consorciada com *Stylosanthes guianensis* mostrou que a leguminosa contribui para aumento na disponibilidade de matéria seca e melhoria da qualidade da forragem. A composição química e DIVMS de leguminosas arbóreas mostrou que as espécies *A. angustissima*, *A. auriculiformis*, *A. mangium* e *Mimosa arthemisiana* apresentaram baixa qualidade nutricional, caracterizada pelos altos teores de lignina e baixa DIVMS. A avaliação de diferentes espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas, potencialmente utilizáveis num sistema silvipastoril multiestrato, demonstrou que o valor nutritivo da *Gliricidia sepium* e da *Morus alba* foram mais elevados. A *Leucaena leucocephala* apresentou valores intermediários, seguidos pelo *S. guianensis* e a *Cratília argentea*.

INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica e seus ecossistemas associados cobriam originalmente uma área correspondente a 15% do território brasileiro, distribuídos por 17 Estados. O processo de ocupação do Brasil levou a uma drástica redução da cobertura original deste bioma, hoje disposta esparsamente ao longo da costa brasileira e no interior das Regiões Sul e Sudeste, além de alguns importantes fragmentos no sul dos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e no interior dos estados do Nor-

deste (ATLAS…, 1998). A área de influência desse bioma tem grande importância sócio-econômica no País, por abrigar cerca de 70% da população e a maioria das principais empresas agrícolas e industriais.

Na Região Sudeste, a Mata Atlântica ocupava toda a área dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro e parte de Minas Gerais e São Paulo. Os Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo possuem, juntos, apenas 5,8% da superfície da floresta original. Minas Gerais perdeu a maior parte de suas florestas atlânticas. Hoje elas persistem em somente 0,54% do território mineiro (CAMARA, 1991).

Os solos, sob a Mata Atlântica, são geralmente de baixa fertilidade natural e de relevo acidentado (RESENDE E RESENDE, 1996). Nessa região, grande parte da vegetação original foi eliminada para dar lugar a cultivos agrícolas, como o café, e posteriormente à pecuária extensiva.

O capim-gordura adaptou-se muito bem às condições de clima e solo de parte dessas áreas montanhosas, e por muito tempo exerceu importante papel no controle da erosão, mantendo adequada cobertura do solo (CARVALHO, 1988). No entanto, por causa do manejo inadequado, principalmente do superpastejo, estas áreas foram submetidas a um processo de degradação com perda da cobertura vegetal e da camada mais fértil do solo (SARAIVA et al., 1993).

Atualmente, uma proporção considerável do que foram pastagens de capim-gordura não apresenta qualquer utilização, seja agrícola, pecuária ou florestal, tal o estado de degradação atingido. Nesta situação há considerável desvalorização das propriedades e empobrecimento das populações rurais. Além disso, na época das chuvas, a erosão e a queda de barreiras em áreas declivosas acarretam problemas para as rodovias e causam assoreamento nos cursos de água. Na origem da degradação dessas áreas estão dois dos fatores considerados como mais importantes nesse processo: o desmatamento e o superpastejo (OLDEMAN, 1994, citado por DIAS e GRIFFITH, 1998). O superpastejo foi considerado o principal fator de degradação, responsável por 34,5% das áreas mundiais degradadas, seguido do desmatamento, responsável por 29,4%. Nas áreas de pastagens naturalizadas e cultivadas da Mata Atlântica, a essas causas de degradação soma-se a baixa fertilidade dos solos, principalmente a deficiência de N (CARVALHO, 1988).

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE LEITE

Um tema enfatizado pela agricultura orgânica é a exploração de policultivos que estimulam a biodiversidade. A viabilização desta estratégia apoia-se na instalação de sistemas de produção diversificados, por meio da manutenção de policultivos anuais e perenes associados, sempre que possível, com a produção animal, ao contrário do manejo adotado nos sistemas convencionais que enfatizam a monocultura.

Um sistema orgânico de produção não é obtido somente na troca de insumos químicos por insumos orgânicos/biológicos/ecológicos. O Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento estabelece uma série de procedimentos para que o leite de uma propriedade seja considerado orgânico. Estes procedimentos regulamentam a alimentação do rebanho, instalações e manejo, escolha de animais, sanidade e até o processamento e empacotamento do leite.

No que diz respeito à alimentação do rebanho, o alimento deve ser equilibrado e suprir todas as necessidades dos animais. O consórcio de gramíneas e leguminosas na pastagem é recomendado e é exigida a diversificação de espécies vegetais. Sugere-se a implantação de sistemas agroflorestais ou silvipastoris, nos quais as árvores e arbustos fixadores de nitrogênio (leguminosas)

possam se associar a cultivos agrícolas, com pastagens ou serem mantidos alternadamente com pastejos e cultivos, assim como bancos de proteínas ou cercas vivas (RUSSO y BOTERO, 2001). Os suplementos devem ser isentos de antibióticos, hormônios e vemífugos. São proibidos aditivos, promotores de crescimento, estimulante de apetite, uréia etc. As características de comportamento (etológicas) de cada espécie a ser explorada devem ser consideradas. Para preservar a saúde dos bovinos, as recomendações são de que sejam utilizados os tratamentos homeopáticos. Os produtores devem ainda estar atentos para os produtos usados na lavagem e desinfecção dos utensílios usados na produção (ALMEIDA, 2000).

SISTEMAS SILVIPASTORIS (SSP) NA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE LEITE

Os SSP são uma modalidade de uso da terra, que integram na mesma área física árvores, pastagens e animais. Os SSP que incluem árvores e arbustos, além das forrageiras herbáceas, são conhecidos como sistemas multiestrato. Esses sistemas têm potencial para intensificar a produção animal de modo sustentável, por causa da grande diversidade vegetal com o mínimo de insumo externo (SANCHEZ, 1999).

Em áreas degradadas da Mata Atlântica, onde deficiência de N é um dos principais fatores causadores de degradação, os SSP que incluem leguminosas arbóreas fixadoras de N devem representar uma das opções mais viáveis de recuperação. A fixação biológica tem contribuído com o incremento de N em ecossistemas florestais nativos e em áreas degradadas. Leguminosas arbóreas podem contribuir com cerca de 12 t de matéria seca e 190 kg de $N.ha^{-1}.ano^{-1}$, para recuperação de solos degradados (FRANCO et al., 1994).

Na Embrapa Gado de Leite, pesquisas preliminares foram realizadas visando ao estabelecimento de SSP nas áreas montanhosas da região, com ênfase no uso de leguminosas arbóreas fixadoras de N. Esses estudos incluíram aspectos, como efeito de árvores sobre a disponibilidade e composição química da forragem, tolerância de forrageiras ao sombreamento e adaptação de espécies arbóreas às condições edafoclimáticas (CARVALHO, 1997).

RESULTADOS DE PESQUISAS COM SSP EM ÁREA DE DOMÍNIO DE MATA ATLÂNTICA

Valor nutritivo da B. decumbens em regime de sombreamento

Nove espécies de leguminosas arbóreas foram introduzidas em uma pastagem já formada de *Brachiaria decumbens*, estabelecida num solo oxisol infértil, muito ácido em substituição ao *Mellinis minutiflora*. As árvores foram plantadas em espaçamento de 10 x 10 metros. As leguminosas arbóreas foram constituídas de espécies exóticas, tais como Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*), *Acacia mangium, A. auriculiformes, A. angustissima, Albizia lebbek, Gliricidia sepium, Erythrina* spp., e as nativas Angico-vermelho e Angico-branco (*Anadenanthera* sp.).

Quatro anos após a introdução das árvores, foi observado que durante a estação seca ou em período de menores precipitações, em áreas de pastagem sob a influência da sombra, a *B. decumbens* apresentava melhor qualidade do que a forragem, crescendo nas áreas fora da in-

fluência das árvores (CARVALHO et al., 1999). Amostras de forragens tomadas durante as estações seca e chuvosa foram analisadas para proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS). O teor de PB da forragem foi mais elevado em regime de sombreamento do que a pleno sol, em ambas as estações. Durante a estação chuvosa, as condições de sombreamento não apresentaram efeito significativo na DIVMS da *B. decumbens*. Entretanto, durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou os mesmos valores de DIVMS do que aqueles observados na estação chuvosa, enquanto naquelas produzidas ao sol a DIVMS era mais baixa (Tabela I).

Tabela I. Efeito do sombreamento promovido por três espécies de leguminosas arbóreas sobre a qualidade da forragem de *B. decumbens*, em dois períodos do ano

Espécie	Local de Amostragem	Estação Seca		Estação Chuvosa	
		PB (%)	DIVMS (%)	PB (%)	DIVMS (%)
A. angustissima	Sol	4,44 ab	35,63 c	5,54 b	42,27
	Sombra	7,50 a	45,17 ab	6,25 ab	42,12
A. auriculiformis	Sol	4,37 b	40,06 b	5,40 b	43,98
	Sombra	8,81 a	50,96 a	5,82 ab	43,66
A. mangium	Sol	4,37 b	34,70 c	5,39 b	43,41
	Sombra	7,31 a	48,76 a	7,61 a	50,28

Fonte: CARVALHO et al. (1999)

Características produtivas e qualitativas de pastagem exclusiva de Brachiaria decumbens ou consorciada com Stylosanthes guianensis

Foram avaliadas a disponibilidade de forragem e a composição botânica de pastagens de *Brachiaria decumbens* em monocultura ou consorciada com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão (parcelas) em janeiro, março, maio, outubro, dezembro/2001 e janeiro/2002 (subparcelas). A disponibilidade de matéria verde seca (MVS) de *B. decumbens* não variou com o sistema de cultivo (Tabela II); foi menor durante o mês de outubro (291 kg/ha), não diferindo entre os demais meses (1.571 kg/ha). A disponibilidade de MVS da leguminosa decresceu ao longo do ano. A proporção de *S. guianensis* na pastagem foi maior em outubro (69%), decrescendo com os meses até janeiro/2002 (22%). A disponibilidade de MVS total na pastagem consorciada (2.158 kg/ha) tendeu a ser maior que a do monocultivo (1.481 kg/ha). O *S. guianensis* melhorou o valor nutritivo da forragem disponível na pastagem consorciada, em razão de seus maiores teores de proteína bruta e mais alta degradabilidade da matéria seca. A leguminosa contribuiu para o aumento da disponibilidade de forragem na pastagem.

Tabela II. Disponibilidade de MVS de *B. decumbens* e de matéria morta da monocultura e do consórcio, de acordo com o mês do ano

Mês/ano	Variável					
	MVS de *B. decumbens*			Matéria morta		
	Tipo de cultivo			Tipo de cultivo		
	Monocultura	Consórcio	Média	Monocultura	Consórcio	Média
Janeiro/01	2034	1553	1793[a]	1374	1143	1256[bc]
Março	1543	1273	1408[ab]	1204	778	991[c]
Maio	1645	1400	1523[ab]	2326	1894	2110[a]
Outubro	271	312	291[c]	2159	1730	1945[ab]
Dezembro	1698	1322	1510[ab]	1121	1050	1086[c]
Janeiro/02	1696	1544	1620[b]	942	782	862[c]
Média	1481[A]	1234[A]	1357	1521[A]	1230[A]	1376

Fonte: Paciullo et al. (2002).

Valor nutritivo de espécies arbóreas

O conhecimento do valor nutritivo de espécies arbóreas ainda é restrito. As avaliações foram desenvolvidas na Embrapa Gado de Leite com amostras colhidas em maio de 2000, início da época seca na Região Sudeste do Brasil, caracterizado como o período de escassez de alimentos para os animais mantidos em regime de pasto. Os estudos foram realizados com as leguminosas arbóreas exóticas, *Acacia angustissima, A. auriculiformis, A. mangium* e a leguminosa arbórea nativa, *Mimosa arthemisiana.* As amostras das espécies foram obtidas manualmente, usando-se como critério para colheita partes das plantas potencialmente consumidas pelo animal. Assim, foram colhidas folhas e ramos com menos de 1,0 cm de diâmetro. No momento da colheita estas espécies apresentavam pelo menos quatro anos de idade. Quanto à fase fenológica, as plantas *A. mangium* e *A. angustissima* estavam em frutificação; já *A. auriculiformes* e *M. artemisiana*, na fase vegetativa.

Os dados de composição química e digestibilidade *in vitro* são apresentados na Tabela III. Embora os resultados indiquem o baixo valor nutricional destas espécies, deve-se considerar a importância do estrato arbóreo para o ecossistema (ciclagem de nutrientes, melhor aproveitamento da água das chuvas, controle de erosão etc.) e conforto dos animais (CARVALHO, 2001).

Tabela III. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de leguminosas arbóreas. Matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE)

Espécie	MS	FDN	FDA	Celulose	Lignina	DIVMS	PB	EE
				% na MS				
A. mangium	32.2	54.8	42.5	15.7	24.9	21,1	16,6	3,9
A. angustissima	36.4	45.4	30.0	13.2	13.9	22,0	23,6	1,6
A. auriculiformis	36.0	57.7	42.3	17.6	23.7	21,0	16,2	3,1
M. arthemisiana	43.7	52.1	34.4	16.1	18,6	14,6	20,6	1,4

Fonte: CARNEIRO et al. (2002).

Valor nutritivo de componentes de um SSP multiestrato

Diferentes espécies vegetais podem fazer parte da alimentação de ruminantes nos trópicos. Entre as arbóreas e arbustivas destacam-se as leguminosas *Cratylia argentea*, *Leucaena leuco - cephala* e *Glyricidia sepium*. Essas são forrageiras tropicais amplamente utilizadas na alimentação animal, constituindo importante fonte de forragem, principalmente na época seca do ano (XAVIER et al., 1990; LASCANO et al., 1995; MURGUEITIO et al., 2000). Outra alternativa para alimentação de ruminantes consiste no uso da amoreira (*Morus alb*a), uma espécie que apresenta comprovado valor forrageiro (BENAVIDES, 2000; MARTIN et al., 2000).

As espécies arbóreas e arbustivas apresentavam pelo menos quatro anos de idade e o estilosantes, 40 dias de rebrota. Os resultados da DIVMS (Tabela IV) indicaram que a gliricídia e a amoreira foram as forrageiras de maior potencial, seguidas pela leucena e pelas espécies estilosantes e cratília. As espécies avaliadas podem ser componentes de sistemas silvipastoris, contribuindo para o fornecimento de energia/proteína aos animais.

Tabela IV. Teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), de diferentes espécies

Espécie	MS	FDN	FDA	Celulose	Lignina	DIVMS	PB	EE
				% na MS				
S. guianensis	33,3	54,0	38,4	27,0	10,8	52,5	11,8	3,9
G. sepium	24,8	44,8	27,9	16,1	12,2	60,5	19,6	3,9
L. leucocephala	24,3	42,6	28,3	16,2	12,7	56,2	28,9	2,1
C. argentea	45,5	59,0	36,6	18,1	16,7	48,3	21,4	1,7
M. alba	43,6	45,3	29,6	20,5	6,4	60,0	14,8	2,0

Fonte: AROEIRA et al. (2002).

CONCLUSÃO

O sistema silvipastoril multiestrato pode ser excelente alternativa para produção de forragem num sistema de produção orgânica de leite, contribuindo para a sustentabilidade de áreas de pastagens e o aumento da produção animal nos trópicos. Deve-se priorizar o estabelecimento de pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, bem como o plantio de espécies arbustivas e arbóreas fixadoras de nitrogênio (leguminosas).

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, L.AB. (2000). Normatização e certificação de produtos orgânicos, leite e derivados. In: BRESSAN, M., MARTINS, C.E.; VILELA, D. **Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil**. Goiânia: Embrapa, pp. 165-174.

AROEIRA, L.J.M.; CARNEIRO, J.C.; PACIULLO, D.S.C.; MAURÍCIO, R.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. (2002). Composição química, digestibilidade e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos de algumas espécies forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (No prelo).

ATLAS da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Instituto Socioambiental, 1998, 55p.

BENAVIDES, J.E. (2000). La morera un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. **Pastos Y Forajes**, Matanzas, v.23, n. 1, pp.1-14.

CÂMARA, I. de G. (1991). **Plano de ação para a Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Fundação SOS Mata Atlântica, 142 p.

CARNEIRO, J.C.; AROEIRA, L.J.M.; PACIULLO, D.S.C.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J.; MAURÍCIO, R.M. (2002). Composição química, digestibilidade e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos de leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales** (No prelo).

CARVALHO, M.M. (1998). Recuperação de pastagens degradadas em áreas de relevo acidentado. In: DIAS, L.E., MELLO, J.W.V., eds. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, pp. 149-161.

CARVALHO, M.M. (1997). Asociaciones de pasturas con árboles en la región centro sur del Brasil. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 4, n. 15, pp. 5-8.

CARVALHO, M.M. (2001). Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO. Juiz de Fora. **Anais…** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, pp. 85-108.

CARVALHO, M.M.; BARROS, J.C.; XAVIER, D.F; FREITAS, V.P.; AROEIRA, L.J.M. (1999). Composición quimica del forraje de B. decumbens associada com N tres espécies de leguminosas arboreas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SUSTENIBLES, 6, Cali. **Memórias…** Cali: CIPAV, 1 CD-ROM.

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. (1998). Conceituação e caracterização de área degradada. In: DIAS, L.E., MELLO, J.W.V., eds. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, pp. 1-7.

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, A.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M. (1994). Revegetation of acidic residues from bauxite mining using nodulated and mycorrhizal legume trees. PROCEEDINGS OF NITROGEN FIXING TREES FOR ACID-SOIL, pp. 313-320, Turrialba.

LASCANO, C.E.; MAASS, B.; KELLER-GREIN, G. (1995). Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. In: WORKSHOP NITROGEN FIXING TREES FOR ACID SOILS, 1995, Turrialba. **Proceedings…** Turrialba: CATIE, pp. 228-236.

MARTÍN, G.; GARCÍA, F.; REYES, I.; HERNÁNDEZ, I.; GONZÁLEZ, T.; MILERA, M. (2000). Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus Alba*. **Pastos Y Forajes**, Matanzas, v.23, n. 4, pp. 323-323.

MURGUEITIO, E. (2000). Sistemas agroflorestales para la producción ganadera en Colombia. In: POMAREDA C., STEINFELD, H. **Intensificación de la ganaderia en Centro América** – Benefícios Econômicos y Ambientales. San José: CATIE/ FAO/SIDE, pp. 219-242.

PACIULLO, D.S.C.; AROEIRA, L.J.M.; ALVIM, M.J.; CARVALHO, M.M. (2002). Características produtivas e qualitativas de pastagem exclusiva de *Brachiaria decumbens* ou consorciada com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (No prelo).

RESENDE, S.B.; RESENDE, M. (1996). Solos dos Mares de Morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V.H., FONTES, L.E.F., FONTES, M.P.F. eds. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado.** Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, pp. 261-288.

RUSSO, R.O.; BOTERO, R.B. (2001). Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: CASTILLO, A. R. **Producción de leche y carne en el Trópico Cálido**: una realidad eficiente en el año 2001. **Anais**… Antioquia, Colômbia, pp. 145-163.

SÁNCHEZ, M.D. (1999). Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina. In: SÁNCHEZ, M.D.; ROSALES, M.M., ed. **Agroforesteria para producción animal en America Latina**. Rome: FAO, pp. 1-13.

SARAIVA, O.F.; CARVALHO, M.M.; OLIVEIRA, F.T.T. (1993). Nutrientes limitantes ao crescimento de capim-gordura em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 28, n. 8, pp. 963-968.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; BOTREL, M.A. (1990). Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa Cratylia floribunda. **Pasturas Tropicales**, Cali, v.12, n. 1, pp. 35-39.

Influencia de la intensidad de uso ganadero en la composición florística y en la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas

L. SUANCES*, J. PÉREZ-SARMENTERO*, A. MOLINA*, J.M. DE MIGUEL**

* Departamento de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid.
** Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

Se estudia la composición florística de pastizales mediterráneos y la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas de los suelos de diferentes parcelas sometidas a una explotación ganadera semiextensiva en un área de media montaña del centro de España y se relacionan con la intensidad de uso ganadero.

A partir de los datos de composición florística se calculan los parámetros de riqueza de especies, diversidad y equitatividad de Shannon, solapamiento y amplitud promedios del nicho espacial de las comunidades presentes en cada una de las parcelas estudiadas. Los resultados de un análisis de correspondencias sobre la composición florística de las parcelas muestran que aquellas con menor 'intensidad de uso' presentan menor actividad enzimática de esterasas, una mayor riqueza de especies, mayor diversidad, equitatividad, y solapamiento promedio de nicho espacial, así como una menor amplitud promedio de nicho espacial de las especies, características, en general, propias de ecosistemas de cierta madurez sucesional. La actividad enzimática de fosfatasas presenta una tendencia poco clara en este sentido.

INTRODUCCIÓN

El reto de la conservación de la naturaleza se encuentra tanto en los espacios naturales protegidos como en el territorio existente fuera de éstos (PINEDA y MONTALVO, 1995). La conservación de la naturaleza ha de tener en cuenta que cualquier uso del territorio debe contar con una gestión de los recursos naturales que contemplen la capacidad de acogida del territorio (MAB, 1984: PINEDA, 1991). En este contexto, determinados usos rurales con un fuerte componente tradicional juegan un papel decisivo en la conservación dentro y fuera de los espacios naturales protegidos (BERNÁLDEZ, 1991). La integración de estos dos factores, por un lado la conservación de la naturaleza y por otro el mantenimiento de la sostenibilidad del uso de los recursos naturales y de los procesos ecológicos.

En los países mediterráneos en general, y en España en particular, diversas formas tradicionales de agricultura extensiva se han reconocido como sustentadoras de altos valores naturalísticos y de conservación de la diversidad biológica (PINEDA y col., 1991b; PINEDA, 1992). La intensificación de la agricultura (y otros usos del suelo) lleva a un empobrecimiento de la diversidad (CEE, 1988).

Los pastos mediterráneos son comunidades muy ricas en especies (NAVEH y WHITTAKER, 1979). La coexistencia de tantas especies con requerimientos similares se ve favorecida por la perturbación representada por el pastoreo, ya que la actividad del ganado actúa amortiguando el potencial competitivo de las plantas que consume, seleccionando con el tiempo las mejor adaptadas a dicha actividad (CONNELL, 1978; PINEDA y col., 1991a; HUSTON, 1994).

Los trabajos de Pancholy y Rice (1973a, b) ponen de manifiesto la relación existente entre la sucesión ecológica y el contenido de enzimas de los suelos de campos abandonados. Estos muestran una reducción de la actividad enzimática de carbohidrasas a medida que aumenta la madurez sucesional de los suelos analizados, mientras que la actividad enzimática ureasa y deshidrogenasa incrementa su valor a medida que avanzaba el estado sucesional.

Los objetivos principales del presente trabajo se enmarcan en el interés de observar si las actividades enzimáticas de esterasas y fosfatasas del suelo en parcelas de pastos permanentes sometidas a diferentes grados de intensidad ganadera presentan algún tipo de relación con las variables estructurales como riqueza de especies, diversidad y equitatividad de Shannon, solapamiento promedio y amplitud promedio del nicho espacial de las comunidades vegetales presentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Finca Río Pradillo que se dedica a la ganadería extensiva siguiendo las técnicas de la agricultura biodinámica con producción de leche para fabricar yogures y quesos. Esta finca posee veintidós parcelas distribuidas en dos valles repartidas en los términos municipales de Cercedilla y Navacerrada, Comunidad de Madrid, sobre la vertiente Sur de la Sierra de Guadarrama. La superficie total de la finca es de 37,7 Ha, de las cuales 0,8 Ha corresponden a superficie labrada, 31,4 Ha son de pastos, 5,1 Ha es superficie forestal y tiene 1,2 Ha de otras superficies.

Las parcelas estudiadas se localizan fundamentalmente sobre el sustrato granítico de toda la Sierra de Guadarrama correspondiente a la intrusión granítica del Sistema Central que se produjo durante la orogénesis hercínica (CASQUET y col., 1991). En altitudes comprendidas entre 1.198 y 1.323 m y con un relieve ondulado. El clima del área de estudio es mediterráneo continental. De las veintidós parcelas de la Finca Río Pradillo se eligieron para el estudio ocho que ocupan una superficie de 17,6 Ha.

Con el objeto de caracterizar la gestión que el ganadero realiza en cada una de las ocho parcelas seleccionadas se ha calculado la carga ganadera expresada en Unidades de Ganado Mayor por hectárea y año. Para el resto de las actividades que realiza en las parcelas (siega, abonado, enmienda, resiembra, adición de preparados biodinámicos), solo se ha tenido en cuenta la presencia de la actividad (1) o bien su ausencia (0), aunque posteriormente para el cómputo total se han sumado todas las actividades que se realizan en la variable ‘intensidad de uso’.

El inventario de las especies herbáceas presentes en cada parcela se ha llevado a cabo mediante cuadrados elementales de muestreo de 30 cm x 30 cm, a lo largo de transectos geomorfológicos, desde las zonas más altas a las más bajas de las laderas, uno o dos, definidos en cada parcela, cuyos parámetros se resumen en la Tabla I.

A partir de los datos de composición florística se ha calculado la riqueza de especies, diversidad de Shannon y solapamiento promedio del nicho espacial de especies, tomando como unidad espacial 1 m^2, y equitatividad promedio de Shannon, y amplitud promedio del nicho espacial de las comunidades presentes en cada una de las parcelas estudiadas, como promedio de los cuadrados elementales de muestreo.

Tabla I. Parámetros de los transectos en cada una de las parcelas seleccionadas

Parcela	Transecto	Orientación/º	Pendiente/º	Longitud/m	n.º cuadrados
1	1	196	6,5	150	31
2	1	186	5,5	90	16
3	1	272	10,0	70	15
	2	240	9,0	75	15
4	1	200	6,0	150	19
5	1	166	9,0	91	14
	2	170	5,0	56	9
6	1	312	16,5	35	8
7	1	110	3,0/9,5	50	10
	2	190	7,5	200	20
8	1	200	7,5	50	10
	2	158	9,0/10,5	100	10

En las partes altas y bajas de algunos transectos se han colocado jaulas adecuadas para proteger el pasto del consumo de los herbívoros, en las cercanías se han recogido muestras de los 10 cm superficiales del suelo y se ha determinado la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas. Las características generales de estas enzimas han sido descritas en Pérez-Sarmentero y col. (1994). La medida de la actividad enzimática de esterasas se ha realizado a partir de la hidrólisis del diacetato de fluoresceína (SCHNÜRER y ROSSWALL, 1982). Los resultados se expresan en µg de fluoresceína · g $suelo^{-1}$ · h^{-1}. La medida de la actividad de fosfatasas se ha efectuado a partir de la hidrólisis de *p*-nitrofenil-fostato según el método descrito por Rodríguez-Kábana y col. (1989). Los resultados se expresan en µg de *p*-nitrofenol · g $suelo^{-1}$ · h^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las actividades de uso y características de cada una de las parcelas analizadas se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Características y actividades de uso de las parcelas de la Finca Río Pradillo

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitud media/m	1.323	1.300	1.298	1.198	1.220	1.220	1.255	1.315
Superficie/ha	1,3	0,7	3,2	1,2	2,4	1,7	2,2	4,3
SAU/%	86,3	96,9	68,2	91,9	72,8	10,3	58,9	53,8
CARGA/UGM · ha^{1} · año^{1}	4,9	2,0	2,0	0,9	1,0	1,0	0,5	0,8
Siega	0	0	0	1	1	0	1	0
Abonado	1	1	0	1	0	0	0	0
Enmienda	1	1	0	1	0	0	0	0
Resiembra	1	0	0	1	0	0	0	0
Preparados biodinámicos	1	1	1	1	1	0	1	0
'Intensidad de uso'	8,9	5,0	3,0	5,9	3,0	1,0	2,5	0,8

La menor superficie agraria útil (SAU) se encuentra en la parcela 6 debido a que en esta parcela apenas entran los animales y ha favorecido el desarrollo de la vegetación arbórea. Algo similar ocurre en las parcelas 7 y 8 con algo más del 50% de SAU, debido a que son parcelas que se utilizan pocos meses al año y donde se han desarrollado matorrales.

Las parcelas que presentan una carga ganadera mayor son las 1, 2 y 3, mientras que el resto de las parcelas presentan una carga ganadera mucho menor. En general puede verse que las parcelas 6 y 8 son las que menor 'intensidad de uso' tienen, como se puede comprobar del dato de SAU que para estas dos parcelas son los menores mientras que las parcelas 1, 2 y 4 son las que tienen una mayor 'intensidad de uso', y las que presentan valores de SAU más elevados. Las parcelas 3, 5 y 7 se encuentran con valores intermedios de 'intensidad de uso' y con valores de SAU también intermedios.

En las parcelas estudiadas se han encontrado 171 especies agrupadas en 118 géneros y 33 familias. En las parcelas 1, 2 y 3 las especies predominantes son *Lolium perenne,* especie que se presenta en suelos muy fértiles e intensamente comidos y pisoteados, y *Festuca iberica,* ambas con coberturas medias por encima del 38%, mientras que el resto de las especies se encuentran por debajo del 20% de cobertura media.

En las parcelas 4, 5, 6, 7 y 8 a excepción de *Avena sativa* con el 25,4%, y *Hordeum murinum* con el 17,8%, en la parcela 4 y *Anthemis arvensis* con un 23,3%, en la parcela 7, ninguna especie supera el 15% de cobertura media.

En la Tabla III se presentan los valores de las variables obtenidas del análisis de la composición florística. En esta tabla puede observarse que las parcelas 6 y 8 son las que presentan una mayor riqueza de especies por metro cuadrado y una mayor diversidad de Shannon, además de la menor amplitud de nicho espacial de las especies. La parcela 1 es la que menor número de especies tiene y la de menor diversidad por metro cuadrado, donde, además, se observa la menor equitatividad y el menor solapamiento de nicho espacial.

A la vista de los resultados anteriores, se observa que las parcelas sobre las que la presión de pastoreo es mayor alcanzan menores valores de riqueza y diversidad, mientras que aquellas que presentan los valores más altos de ambos parámetros corresponden a parcelas con menor 'intensidad de uso' (PINEDA y col., 1981; DE PABLO y col., 1982; GALIANO, 1985). Destacan los elevados valores absolutos de diversidad registrados en algunas de las parcelas.

En otros trabajos realizados en el centro de la Península Ibérica, donde el pastoreo es muy antiguo, los valores de diversidad de comunidades herbáceas son también muy elevados, encontrándose cifras superiores a 5 bits (PINEDA y col., 1981; GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1991). En nuestro caso valores similares corresponden a bajas cargas ganaderas, aunque continuadas.

Tabla III. Variables estructurales de las parcelas analizadas de la Finca Río Pradillo

Parcelas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Riqueza	12	24	41	27	31	75	35	68
	*(2)**	*(5)*	*(8)*	*(2)*	*(8)*	*(8)*	*(6)*	*(9)*
Diversidad de Shannon/bit	1,89	3,60	4,16	3,64	4,05	5,39	4,31	5,10
	(0,25)	*(0,37)*	*(0,23)*	*(0,28)*	*(0,29)*	*(0,16)*	*(0,25)*	*(0,32)*
Solapamiento de nicho	0,39	0,72	0,69	0,70	0,70	0,92	0,74	0,78
	(0,25)	*(0,07)*	*(0,04)*	*(0,05)*	*(0,05)*	*(0,03)*	*(0,04)*	*(0,05)*
Equitatividad	0,72	0,82	0,84	0,82	0,83	0,85	0,85	0,84
	(0,05)	*(0,06)*	*(0,02)*	*(0,03)*	*(0,04)*	*(0,05)*	*(0,02)*	*(0,04)*
Amplitud de nicho	0,31	0,33	0,37	0,34	0,28	0,19	0,37	0,27
	(0,12)	*(0,10)*	*(0,07)*	*(0,09)*	*(0,07)*	*(0,07)*	*(0,09)*	*(0,05)*

* El número entre paréntesis corresponde al error estándar.

Las parcelas con más alta equitatividad y una amplitud promedio de nicho espacial bajo, ocupadas por especies de tipo especialista, corresponden a parcelas con escasa 'intensidad de uso', parcelas 6 y 8, y viceversa. El pastoreo intenso parece así favorecer una menor uniformidad en la abundancia de las especies pero una distribución espacial más homogénea a lo largo del gradiente geomorfológico (DE PABLO y col., 1982; PINEDA y col., 1988; BERNÁLDEZ, 1991).

Respecto a los datos de actividad enzimática (Tabla IV) se observa que la actividad enzimática de esterasas es mayor en las parcelas 1 y 2; y menor en las parcelas 6 y 7. La actividad enzimática de fosfatasas mayor se encuentra en la parcela 2 y la menor en la parcela 6.

Tabla IV. Actividad enzimática de los suelos de las parcelas de la Finca Río Pradillo

Parcelas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Esterasas / **μg de fluoresceína · g suelo^{-1} · h^{-1}**	395	365	255	287	198	181	180	207
Fosfatasas / **μg de p-nitrofenol · g suelo^{-1} · h^{-1}**	685	975	469	765	527	382	545	710

En la Tabla V se muestran los coeficientes de correlación entre las actividades enzimáticas y otras variables analizadas. De ellas se deduce que la actividad enzimática de esterasas presenta correlaciones positivas y elevadas con la carga ganadería, la 'intensidad de uso', el abonado y la adición de enmiendas, y negativas con tras variables como riqueza, diversidad de Shannon, equitatividad o solapamiento promedio de nicho espacial. La actividad enzimá-

tica de fosfatasas solo presenta correlaciones significativas con el abonado y la adición de enmiendas.

Tabla V. Coeficientes de correlación (r de Pearson) entre las actividades enzimáticas de esterasas y fosfatasas y variables medidas en la finca Río Pradillo

	Esterasas	Fasfatasas
Carga ganadera	0,8141*	*n.s.*
Abonado	0,8932**	0,7687*
Enmienda	0,8932**	0,7687*
'Intensidad de uso'	0,8799**	*n.s.*
Riqueza	0,7130*	*n.s.*
Diversidad	0,8441**	*n.s.*
Equitatividad	0,8102*	*n.s.*
Solapamiento	0,7415*	*n.s.*

* $p < 0,05$
**$p<0,01$
n.s.: no significativo.

Para establecer similitudes o diferencias entre las parcelas analizadas caracterizándolas por medio de su composición florística se ha realizado un análisis de ordenación (Análisis factorial de correspondencias, BENZECRI, 1970), sobre una matriz que contenía 62 especies presentes en al menos tres parcelas de las ocho elegidas para el trabajo.

Los dos primeros ejes del analisis absorben el 47,71 % de la varianza de los datos, y muestran las dos tendencias principales de variación (Figura 1). La primera, eje I, presenta en un extremo parcelas con especies perennes, representadas sobre todo en la parcela 2 y en menor medida la parcela 3. En el extremo contrario predominan especies anuales. Este eje presenta una variación asociada a la altitud a la que se encuentran las parcelas, ya que a medida que aumenta la altitud aumenta la proporción de especies perennes.

La segunda, eje II, presenta en un extemo especies anuales, abundantes en las parcelas 4 y 1, mientras que en el extremo opuesto no presentan una preponderancia clara de especies de un tipo biológico u otro, parcelas 6 y 8. En la Tabla VI se muestran los coeficientes de correlación entre las coordenadas del eje II y las variables de las parcelas analizadas. En ella se observa que ese eje tiene un elevado coeficiente de correlación con la variable 'intensidad de uso' que resume toda la gestión del ganadero sobre la parcela, siendo esta la tendencia de variación principal. Además, encontramos que este eje II, presenta elevados coeficientes de correlación con otros parámetros como riqueza, diversidad de Shannon, y amplitud de nicho espacial. También la actividad enzimática de esterasas muestra un elevado coeficiente de correlación con este eje.

Tabla VI. Coeficientes de correlación entre las coordenadas del eje II del análisis de correspondencias de la Figura 1 y las variables de las parcelas analizadas

	Eje II
'Intensidad de uso'	0,8796**
Riqueza de especies	-0,7416*
Diversidad de Shannon	-0,7309*
Amplitud de nicho	0,8486**
Esterasas	0,7212*

*p<0,05
**p<0,01

CONCLUSIÓN

Las parcelas en las que la 'intensidad de uso' es mayor presentan una riqueza de especies y diversidad de Shannon mínima, así como los valores más altos de actividad enzimática del suelo, en particular de esterasas. Mientras que las parcelas que presentan elevados valores de riqueza de especies y diversidad de Shannon son aquellas en las que la variable 'intensidad de uso' es menor, lo que también da lugar a actividades enzimáticas menores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto financiado por la Comunidad de Madrid COR0077/94 *«Diseño y evaluación de sistemas de producción agraria compatibles con la conservación y rehabilitación del medio rural en el área de la Reserva de la Biosfera de la Cuenta Alta del Manzanares»*.

BIBLIOGRAFÍA

BENZECRI, J.P. (1970). *L'analyse des données. L'analyse des correspondance.* Junot. París.

BERNÁLDEZ, F.G. (1991). Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En *Diversidad Biológica / Biological Diversity.* (PINEDA, F. D., M. A. CASADO, J. M. DE MIGUEL, J. MONTALVO, eds.). SCOPE-WWF-Fundación Areces. Madrid, pp. 23-31.

CASQUET, C., J. M. FÚSTER, E. IBARROLA, M. J. HUERTAS (1991). Petrología. En *Mapa Geológico de España. Hoja 508, Cercedilla.* Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

CEE (1988). *L'agriculture européenne: Enjeux et options a l'horizon 2000.* Document ERC/88/INF/4.

CONNELL, J.H. (1978) Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 1999, 1.302-1.309.

DE PABLO, C.L., B. PECO, E.F. GALIANO, F.D. PINEDA (1982). Space-time variability in Mediterranean pastures analyzed with diversity parameters. *Vegetatio,* 50, 113-125.

GALIANO, E.F. (1985). The use of conditional probability spectra in the detection of segregates between plants species. *Oikos,* 46, 132-138.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1991). Ecological consequences of abandonment of traditional land use systems. En *Land abandonment and its role in conservation* (BAUDRY, J., R. G. H. BUNCE, eds.). CIHEAM, INTECOL, Zaragoza, pp. 23-30.

HUSTON, M.A. (1994). *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes.* Cambridge University Press. Cambridge.

MAB, (1984). Plan de acción de las Reservas de la Biosfera. UNESCO. *La Naturaleza y sus Recursos* 20(4), 1-12.

NAVEH, Z., R.H. WHITTAKER (1979). Structural and floristic diversity of shrubland and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41, 171-190.

PANCHOLY, S.K., E.L. RICE (1973a). Soil enzymes in relation to Old Field Succession: amylase, cellulase, invertase, dehydrogenase, and urease. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 37, 47-50.

PANCHOLY, S.K., E.L. RICE (1973b). Carbohydrases in soil as affected by successional stages of revegetation. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc*. 37, 227-229.

PÉREZ-SARMENTERO, J., A. MOLINA, R. COLMENARES (1994). Influencia del abonado con compost y fertilizantes solubles sobre la actividad enzimática del suelo y la calidad del cultivo avena-veza en una finca de alta montaña madrileña. En: *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad*. Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente (ed.), Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; Toledo, pp. 47-56.

PINEDA, F.D. (1991). Espacios naturales protegidos. *Situación* 2, 41-53.

PINEDA, F.D. (1992). *Conservation of the biological diversity and traditional systems of land use on the Mediterranean.* I International Ethnobotanical Congress, Cordoba, Spain. Abstract 3 pp.

PINEDA, F.D., M.A. CASADO, J.M. DE MIGUEL, J. MONTALVO (Eds.) (1991a). *Diversidad Biológica / Biological Diversity.* SCOPE-WWF-Fundación Areces. Madrid.

PINEDA, F.D., J.M. DE MIGUEL, R. COLMENARES, M. RUIZ (1991b). Implementing ECCONET. Case study 2: Spain. En *Towards a European Ecological Network* (BENNET, G., ed.), IEEP, Arnhem, The Netherlands, pp. 53-62.

PINEDA, F.D., J. MONTALVO (1995). Dehesa systems in the western Mediterranean. En *Conserving biodiversity outside protected areas: the role of traditional agro-ecosystems* (HALLADAY, P., D. A. GILMOUR, eds.). IUNC, AMA-Andalucía, CIFGB. Gland, pp. 107-117.

PINEDA, F.D., J.P. NICOLÁS, M. RUIZ, B. PECO, F.G. BERNÁLDEZ (1981). Succession, diversitè et amplitude de niche dans les pâturages du Centre de la Peninsule Iberique. *Vegetatio*, 47, 267-277.

PINEDA, F.D., C.L. DE PABLO, M.A. CASADO, J.M. DE MIGUEL (1988). Ecological structures recognized by means of entropy analysis. Assessment of differences between entropy values. *J. Theor.* biol. 135, 283-293.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., B. BOUBE, R.W. YOUNG (1989). Chitinous materials from bluecrab control of rootknot. I. Effect of urea and enzymatic studies. *Nematropic* 19, 53-74.

SCHNÜRER, J., T. ROSSWALL (1982). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied and environmental microbiology* 43(6), 1.256-1.261.

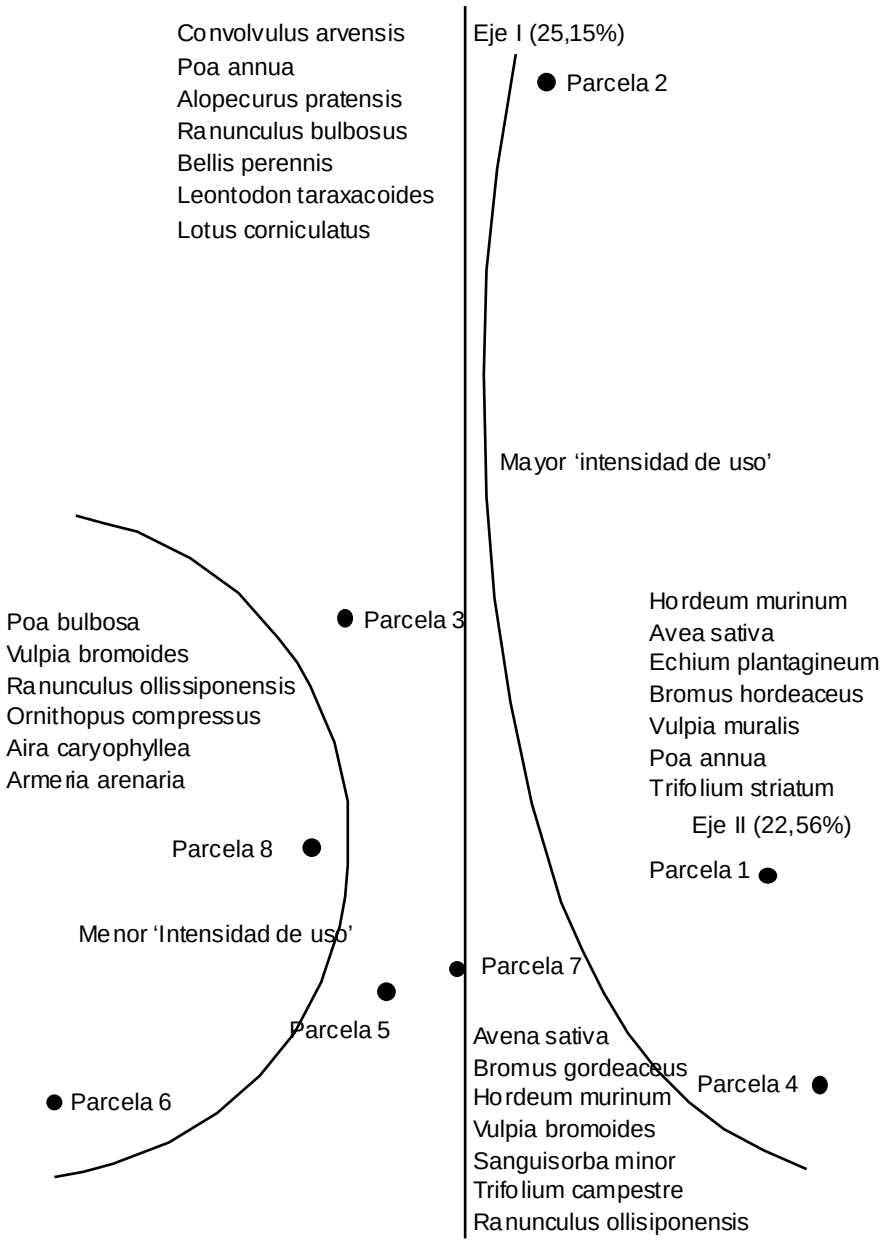


Figura 1. *Proyección de las parcelas en los primeros ejes del análisis de correspondencias. Las especies con mayor peso en el cálculo de los ejes se indican en el extremo de los mismos. Varianza total absorbida 47,71%*

Estudio de la composición química del pasto en relación con las características del suelo y la intensidad de uso ganadero

L. SUANCES*, J. PÉREZ-SARMENTERO*, A. MOLINA, M. S. GARRIDO**

* Departamento de Química y Análisis Agrícola, Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica Madrid. Ciudad Universitaria, s/n. 28040 Madrid.
** Departamento de Medio Ambiente, Universidad Europea Madrid, c/ Tajo, s/n. 28670 Villaviciosa de Odón, Madrid.

RESUMEN

Se estudia la composición de los pastos y los parámetros físicos, químicos y la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas de los suelos de diferentes parcelas sometidas a una gestión ganadera semiextensiva en un área de media montaña del centro de España, en una finca biodinámica.

Los resultados de un análisis de correspondencias sobre los parámetros del suelo muestran que en las parcelas con mayor 'intensidad de uso'el suelo tiene un mayor contenido en materia orgánica, nitrógeno total, capacidad de intercambio catiónico, y actividad enzimática de esterasas. Estas parcelas son las que a su vez presentan un pasto con más proteína y menos fibra.

Se encuentran correlaciones significativas entre la actividad enzimática de esterasas y la capacidad de campo, la materia orgánica, el nitrógeno total, la conductividad eléctrica, el fósforo y el potasio. La actividad enzimática de fosfatasas presenta una tendencia poco clara en este sentido.

Palabras clave: Pastizal mediterráneo, calidad del pasto, actividad enzimática, fertilidad del suelo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se asiste a un creciente interés en encontrar métodos de gestión encaminados a una mejor protección y conservación de los recursos naturales, con especial referencia al empleo de técnicas de manejo que permitan reducir la progresiva degradación producida por el uso inadecuado del suelo. La degradación del suelo comprende un conjunto de procesos que disminuyen la capacidad actual y potencial de producir bienes o servicios (FAO y PNUMA, 1980).

Con la intención de colaborar en aportar estudios que faciliten nuestro conocimiento de la evolución del suelo, el objetivo del presente trabajo es estudiar la calidad del pasto y la relación que tiene con el suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Finca Río Pradillo que se dedica a la ganadería extensiva siguiendo las técnicas de la agricultura biodinámica con producción de leche para fabricar yogures y quesos. Esta finca posee veintidós parcelas distribuidas en dos valles repartidas en los términos municipales de Cercedilla y Navacerrada, Comunidad de Madrid, sobre la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama. La superficie total de la finca es de 37,7 Ha, de las cuales 0,8 Ha corresponden a superficie labrada, 31,4 Ha son de pastos, 5,1 Ha es superficie forestal y tiene 1,2 Ha de otras superficies.

Los datos referentes a la descripción de la Finca Río Pradillo, así como la utilización que de las parcelas realiza el ganadero y la situación de las áreas estudiadas se encuentran en el trabajo *Influencia de la intensidad de gestión ganadera en la composición florística y en la actividad enzimática de esterasas y fosfatasas*, presentado en este IV Congreso de la SEAE.

Como se describe en esa comunicación, en cada una de las parcelas en las partes altas y bajas de algunos de los transectos geomorfológicos definidos en cada parcela, se han colocado jaulas de 1,25 m x 1,00 m x 0,60 m, para evitar el consumo de los herbívoros. Del interior de estas jaulas se han recogido las muestras para poder calcular la calidad bromatológica del pasto.

En zonas cercanas a las jaulas se han recogido muestras de suelo de los 10 primeros centímetros, analizándose las características físicas, químicas y biológicas de los mismos.

Los análisis físicos de textura se han llevado a cabo en la Unidad de Análisis Químicos de Suelos, Plantas y Aguas del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC. La clasificación textural se ha realizado siguiendo la metodología de la USDA (SOIL SURVEY STAFF, 1964). La Capacidad de Campo (CC) se ha realizado en Agrotest, S. A., siguiendo los métodos oficiales de análisis del MAPA (1993).

Los análisis químicos de Materia Orgánica, Nitrógeno Total, pH, Conductividad Eléctrica (CE), y Fósforo se han realizado en la Unidad de Análisis Químicos de Suelos, Plantas y Aguas del Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC. El análisis de los cationes de cambio Ca, K, Na y Mg, así como la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), la saturación por bases (V) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) en Agrotest, S. A., siguiendo los métodos oficiales de análisis del MAPA (1993).

Los análisis enzimáticos de esterasas y fosfatasas se han hecho en el Departamento de Química y Análisis Agrícola de la ETSI Agrónomos de la UPM. La medida de la actividad enzimática de esterasas se ha realizado a partir de la hidrólisis del diacetato de fluoresceína (SCHNÜRER y ROSSWALL, 1982). La medida de la actividad enzimática de fosfatasas se ha efectuado a partir de la hidrólisis de p-nitrofenil-fosfato según el método descrito por Rodríguez-Kábana y col. (1989).

Las muestras de pasto se han analizado en el Laboratorio Regional Agrario de la Comunidad de Madrid.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se encuentran los datos referentes a las características físicas, químicas y biológicas de los suelos de las parcelas seleccionadas de la Finca Río Pradillo.

Tabla I. Características del suelo de las parcelas de la Finca Río Pradillo

Parcelas	1	2	3	4	5	6	7	8
FÍSICAS								
Humedad / %	10,3	12,8	17,8	6,7	9,0	4,8	10,3	7,4
Gruesos / %	21,6	13,8	7,6	24,5	20,7	22,9	21,4	15,5
Arena / %	56,0	54,5	53,0	62,5	54,5	65,0	53,0	62,5
Limo / %	31,5	33,5	35,0	28,5	34,5	24,0	33,5	27,5
Arcilla / %	12,5	12,0	12,0	9,0	11,0	11,0	13,5	10,0
Capacidad de Campo / %	32,6	34,8	35,2	23,3	25,0	20,9	23,0	23,8
QUÍMICAS								
pH	5,9	5,9	5,6	5,7	5,7	5,6	5,8	5,8
Materia Orgánica / %	9,89	10,77	10,10	6,35	7,07	5,08	7,07	7,82
Nitrógeno total / %	0,56	0,61	0,52	0,29	0,38	0,23	0,32	0,37
C/N	l0,3	10,2	11,4	12,7	10,9	13,0	12,8	12,5
P / ppm	12	9	3	4	3	2	2	2
K / meq · 100 g^{-1}	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ca / meq · 100 g^{-1}	15,1	16,4	9,0	6,6	11,2	4,7	11,2	11,4
Mg / meq · 100 g^{-1}	2,7	2,4	2,2	1,2	1,2	0,9	1,8	2,2
Na / meq · 100 g^{-1}	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
PSI / %	0,6	0,7	0,7	1,7	0,5	0,6	0,7	0,4
CIC / meq · 100 g^{-1}	25,5	30,4	28,6	17,4	21,6	15,2	20,4	22,4
V / %	72,0	63,0	41,5	47,5	59,0	38,0	64,5	62,0
CE / µmhs · cm^{-1}	135,2	66,1	47,9	32,9	32,3	18,6	61,2	30,0
BIOLÓGICAS								
Esterasas / µg fluoresceína · g $suelo^{-1}$ · h^{-1}	395	365	255	287	198	181	180	207
Fosfatasas / µg p-nitrofenol · g $suelo^{-1}$ · h^{-1}	685	975	469	765	527	382	545	710

Todos los suelos son de textura franco-arenosa (SOIL SURVEY STAFF, 1964). Son suelos de tipo ácido con un pH que varía entre 5,6 y 5,9.

La capacidad de campo se encuentra por debajo del 25% en las parcelas 4, 5, 6 y 7 y 8, mientras que las parcelas 1, 2 y 3 tienen valores por encima del 30%. Un mayor contenido de agua a capacidad de campo en estas parcelas es lo que dará lugar a las diferencias que posteriormente se encontrarán en la humedad del pasto.

La materia orgánica en las parcelas 1, 2 y 3 supera ampliamente el rango 5-8% de materia orgánica característica de las praderas (PORTA y col., 1999), mientras que el resto de las parcelas se encuentran dentro de este rango. Si se consideran tanto el pH como el contenido de arcillas entonces nos encontramos con suelos con un muy elevado contenido de materia orgánica (GIMÉNEZ y col., 1984).

El contenido en nitrógeno varía entre 0,23 y 0,61%. Se considera que en general los suelos de la zona templada contienen entre 0,10-0,30% del nitrógeno combinado químicamente, aunque en el caso de suelos con praderas permanentes estos niveles podrían ser superiores (WILD, 1992). Así en las parcelas 4, 5, 6, 7 y 8 observamos que se encuentran dentro de los límites de

nitrógeno considerados para la zona templada y que para las parcelas 1, 2 y 3 presentan un contenido por encima de 0,50%.

La relación C/N se encuentra dentro del rango en el que se considera que existe una mineralización normal de la materia orgánica (8-14) y, por tanto, una liberación normal de nitrógeno (GIMÉNEZ y col., 1984).

El fósforo se encuentra en niveles bajos en casi todas las parcelas, a excepción de la 1 y de la 2. Esto es normal ya que los suelos son ácidos.

El potasio presenta niveles bajos en la mayoría de las parcelas (URBANO, 1992), con diferencias entre ellas que pueden justificarse si se tienen en cuenta que las especies de la familia Poaceae tienen una gran influencia en el contenido de potasio de los suelos al ser grandes extractoras de este catión; si una parcela se aprovecha para diente mediante pastoreo, una gran parte del potasio extraído vuelve al suelo en las deyecciones de los animales (WILD, 1992). Así la menor cantidad de potasio la encontramos en las parcelas 4, 5 y 6, que son parcelas que presentan una carga ganadera bastante baja, y las especies de la familia Poaceae son dominantes (NAVEH y WHITTAKER, 1977; ROLDÁN y FERNÁNDEZ, 1991). Un contenido ligeramente mayor se encuentra en las parcelas 3, 7 y 8 en las que la carga ganadera es menor y las especies de Poaceae no son tan abundantes. En las parcelas donde la carga ganadera es más elevada, parcelas 1 y 2, es donde encontramos los mayores niveles de potasio.

En cuanto a los nutrientes secundarios analizados, calcio y magnesio, el calcio se encuentra en niveles considerados medios en todas las parcelas a excepción de la 3, 4 y 6 en las que se podrían presentar deficiencias de este catión; y el magnesio puede ser deficiente en todas las parcelas, a excepción de la 1 que presenta niveles medios (URBANO, 1992).

El sodio se encuentra en niveles muy bajos (GIMÉNEZ y col., 1984), no superando en ningún caso un PSI del 2,0%, con lo que las parcelas no presentan ningún problema de alcalinidad. Tampoco hay problemas de salinidad, como lo confirman los valores de conductividad eléctrica que se encuentran en todos los casos muy por debajo de 2.000 μmhs-cm^{-1} (PORTA y col., 1999).

La CIC se encuentra entre 17,4 y 30,4 correspondiendo los valores más elevados a las parcelas 1, 2 y 3.

La actividad enzimática de esterasas es más elevada en las parcelas 1 y 2, mientras que en el resto de las parcelas se encuentra por debajo de 300 μg de fluoresceína $\cdot$ g suelo^{-1} $\cdot$ h^{-1}, siendo las parcelas 6 y 7 las que presentan una actividad menor de esterasas. Las fosfatasas presentan la mayor actividad en la parcela 2, seguida de la 4 y la 8, mientras que la menor actividad está en la parcela 6.

En la Tabla II se recogen las características químicas del pasto en cada una de las parcelas de la Finca Río Pradillo. En esta tabla se observa que los pastos presentan una mayor humedad en las parcelas 1, 2, 3 y 7; y un menor contenido en agua en las parcelas 6 y 4, que son los que presentan un porcentaje mayor de fibra, y menor de proteínas. El mayor contenido en proteínas lo encontramos en las parcelas 2 y 3.

Con todas las variables de suelo se ha realizado un análisis de ordenación (Análisis factorial de correspondencias, BENZECRI, 1970) de las parcelas para poder establecer diferencias caracterizándolas por medio de los parámetros que más influyen de entre el conjunto de los considerados en el análisis. Así, en la proyección de los dos primeros ejes del análisis (Figura 1), que absorben el 62,90% de la varianza de los datos, se observa una tendencia principal en la distribución de las parcelas, eje I, que absorbe el 38,19 % de la varianza, presentando en un extremo parcelas con alto contenido en fósforo, conductividad eléctrica, potasio, magnesio y nitrógeno,

representado por las parcelas 1, 2 y 3, que formarían un grupo de parcelas con un suelo más fértil ya que además presentan elevados niveles de materia orgánica, capacidad de intercambio catiótico y mayor contenido de agua a la capacidad de campo, este último relacionado con la vida en el suelo ya que es una medida de los poros intermedios donde viven los microorganismos y está fuertemente relacionado con la fertilidad (VALARINI y col., 2000), son asimismo, los que presentan una actividad enzimática de esterasas mayor que el resto de los suelos. Mientras que en el otro extremo encontramos parcelas con altos contenidos de elementos gruesos, relación C/N, arena y pH, representado fundamentalmente por las parcelas 4 y 6, que formarían un grupo de parcelas con los suelos menos fértiles. En este gradiente de fertilidad hay un tercer grupo formado por las parcelas 5, 7 y 8 y presentan una fertilidad intermedia, aunque como se puede observar, se encuentran más cerca del grupo de fertilidad baja.

Tabla II. Características químicas del pasto de las parcelas de la Finca Río Pradillo

Parcelas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Humedad / %	70,45	69,60	72,50	52,65	67,45	42,55	72,75	62,20
Cenizas / %	8,95	9,93	11,14	5,59	7,73	6,63	7,91	8,53
Grasa / %	2,09	3,37	2,88	3,06	3,12	2,32	3,31	3,20
Proteínas / %	8,22	13,80	12,18	5,29	7,64	6,23	9,29	9,62
Fibra / %	32,30	22,95	32,45	37,28	34,35	34,91	34,01	32,54
MELN / %	48,44	49,95	41,35	48,78	47,16	49,91	45,48	46,11

Con las variables de pasto se ha realizado el mismo tratamiento y se ha obtenido la proyección de los dos primeros ejes del análisis que absorben el 87,81% de la varianza de los datos (Figura 2) observando una tendencia principal, eje I, que absorbe el 72,93% de la varianza. Presentando sobre un extremo un pasto con un elevado contenido de proteínas; mientras que en el otro extremo aparece un mayor contenido de fibra en el pasto.

Podemos ver que se forman tres grupos de parcelas en función de la composición del pasto. Un primer grupo formado por las parcelas 2 y 3 que presenta un mayor contenido en proteínas. Hay un segundo grupo formado por las parcelas 1, 5, 7 y 8 en las que el contenido de proteínas es medio y un tercer grupo formado por las parcelas 7 y 9b que presentan un contenido mínimo de proteínas y presentan, además, un mayor porcentaje de fibra. Como se puede observar son casi los mismos grupos que se formaban en la proyección de los ejes de la Figura 1, a excepción de la parcela 1 que presenta un suelo considerado de los más fértiles mientras que el pasto que produce se parece más al de otras parcelas que presentan una fertilidad intermedia.

En la Tabla III se presentan las correlaciones encontradas entre las variables de suelo y las variables de pasto. Se han considerado como significativas aquellas correlaciones que presentan un coeficiente de correlación por encima de 0,7.

Es de destacar la correlación existente entre la actividad enzimática de esterasas y variables que habitualmente son tenidas en cuenta para determinar la fertilidad de los suelos, como el nitrógeno, el fósforo o el potasio, correlaciones ya puestas de manifiesto en otros trabajos anteriores (SUANCES y col., 2000), así como con la materia orgánica y el contenido de agua a la capacidad de campo. La actividad enzimática de esterasas podría utilizarse como indicador de la

fertilidad de los suelos debido a las elevadas correlaciones que presenta con párametros típicos de la medida de la fertilidad y de forma indirecta con la calidad de los pastos.

Tabla III. Coeficientes de correlación (r de Pearson) entre las variables del suelo y de composición del pasto

	MO	N	CC	P	K	Mg	CIC	CE	Esterasas	Proteína
N	0,9666	++++ ***								
CC	0,8178	0,8627 ***	++++ ***							
P	n.s.	n.s.	n.s.	++++						
K	0,6759	0,6882 **	0,6044 **	0,8500 *	++++ ***					
Mg	0,7415	0,6294 **	0,6603 **	n.s. **	n.s.	++++				
CIC	0,9496	0,9224 ***	0,7945 ***	n.s. ***	0,6177	0,6455 *	++++ **			
CE	n.s.	0,6227	n.s. *	0,9207	0,8136 ***	n.s. ***	n.s.	++++		
Esterasas	0,7000	0,7374 **	0,6972 **	0,8842 **	0,7655 ***	n.s. ***	n.s.	0,7877	++++ ***	
Proteína	0,6440	0,6390 **	n.s. **	n.s.	n.s.	n.s.	0,7558	n.s. ***	n.s.	++++
Fosfatasas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,6180*	n.s.

*p<0,050
**p<0,010
***p<0,001
n.s.: no significativo

La relación entre la actividad enzimática de los suelos y la fertilidad de los mismos, en agroecosistemas en los que la fertilidad está fuertemente vinculada al ciclo de la materia orgánica (por ejemplo, en los sistemas de agricultura sostenible) ya ha sido puesta de manifiesto por otros autores (DICK y TABATAI, 1992; GARCÍA y col., 1998; SUANCES y col., 2000).

Se puede observar también que existe una correlación elevada entre la capacidad de intercambio catiónico y las mencionadas variables de fertilidad, aunque en el caso del potasio sólo presenta una tendencia.

Otro aspecto a mencionar es la correlación existente entre el contenido de proteínas del pasto y variables del suelo como la orgánica, el nitrógeno o la capacidad de intercambio catiónico, lo que nos indica que los suelos más fértiles van a ser los que presenten un pasto con mayor contenido de proteínas.

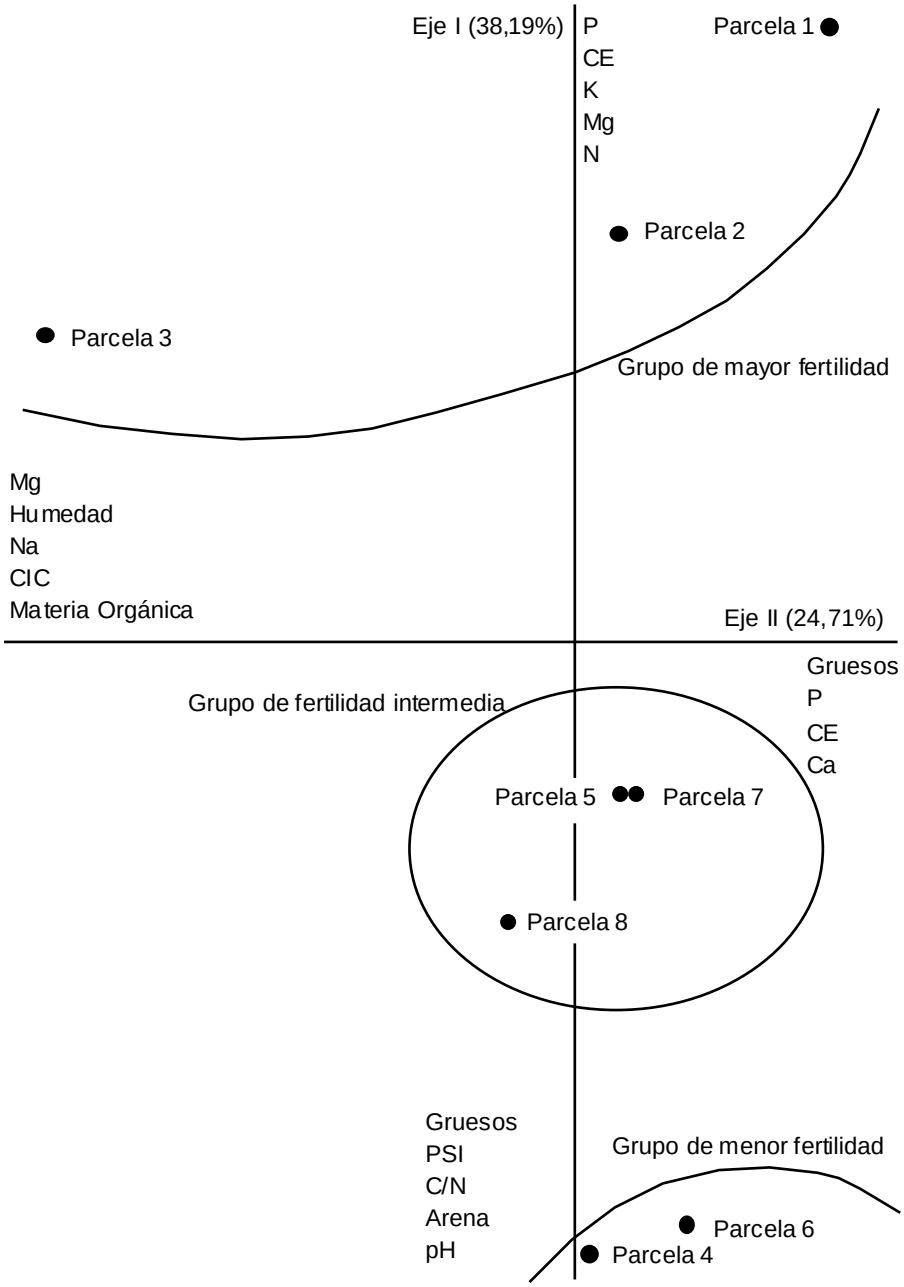


Figura 1. *Proyección de las parcelas en los dos primeros ejes del análisis de correspondencias. Las variables con mayor peso en el cálculo de los ejes se indican en el extremo de los mismos. Varianza total absorbida 62,90%*

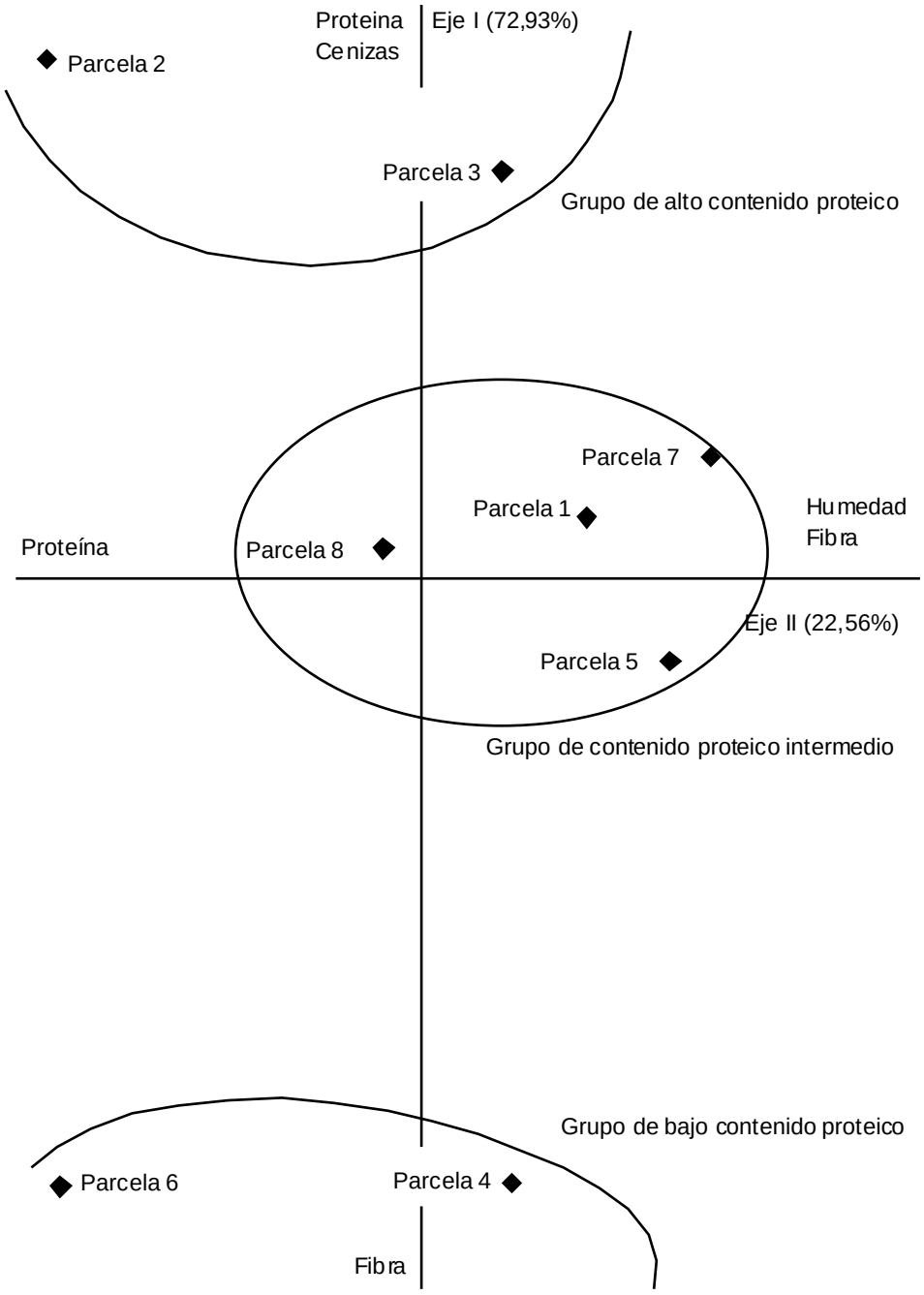


Figura 2. *Proyección de las parcelas en los dos primeros ejes del análisis de correspondencias. Las variables con mayor peso en el cálculo de los ejes se indican en el extremo de los mismos. Varianza total absorbida 87,81%*

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto financiado por la Comunidad de Madrid COR0077/94 *«Diseño y evaluación de sistemas de producción agraria compatibles con la conservación y rehabilitación del medio rural en el área de la Reserva de la Biosfera de la Cuenca Alta del Manzanares».*

BIBLIOGRAFÍA

BENZECRI, J.P. (1970) *L'analyse des données. L'analyse des correspondance.* Junot. París.

DICK, W.A., M.A. TABATAI (1992). Potential uses of soil enzymes. En *Soil microbial ecology: applications in agricultural and environmental management* (F.B. METTING, JR., ed.), MARCEL DEKKER; Nueva York, pp. 95-127.

FAO & PNUMA (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos 86 pp. FAO y PNUMA. Roma.

GARCÍA, C., T. HERNÁNDEZ, F. COSTA (1998). Suelos erosionados: bioindicadores de su calidad biológica y bioquímica. *Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo* 4, 165-175.

GIMÉNEZ, M., J. BRATOS, J. YANEZ (1984). Análisis de suelos. Curso para el servicio de extensión agraria de la Junta de Andalucía.

MAPA (1993). *Métodos oficiales de análisis.* Secretaría General Técnica. Madrid.

NAVEH, Z., R.H. WHITTAKER (1979). Structural and floristic diversity of shrubland and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio,* 41: 171-190.

PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M. y ROQUERO, C. (1999). *Edafología. Para la agricultura y el medio ambiente.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

RODRÍGUEZ-KÁBANA, R., B. BOUBE, R.W. YOUNG (1989). Chitinous materials from bluecrab control of root-knot. I effect of urea and enzymatic studies. *Nematropic* 19, 53-74.

ROLDÁN RUIZ, I., R. FERNÁNDEZ ALES (1991). Efecto del pastoreo sobre la diversidad de los pastos mediterráneos. En *Diversidad Biológica / Biologicas Diversity* (PINEDA, F.D., M.A. CASADO, J.M. DE MIGUEL, J. MONTALVO, eds.), SCOPE-WWF-Fundación Areces; Madrid, pp. 23-32.

SCHNÜRER, J., T. ROSSWALL (1982). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Applied and environmental microbiology* 43(6), 1.256-1.261.

SOIL SURVEY STAFF (1964). Draft. Subject to hang to *«Soil Classification. A Comprehensive System 7th Approximation».* USDA.

SUANCES, L., J. PÉREZ-SARMENTERO, A. MOLINA (2000). Actividad enzimática de esterasas, fosfatasas y β-galactosidasas en suelos de tres fincas de pastos pemanentes con diferente altitud. En Actas del III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. *Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio.* Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Valencia, pp. 223-230.

URBANO TERRÓN, P. (1992). *Tratado de fitotecnia general.* Ediciones Mundi-Prensa; Madrid.

VALARINI, P., A. FERNÁNDEZ, C. ROMERO, M.S. GARRIDO (2000). Evaluation of biological parameters as indicators of the Integral soil health after organic treatments. Comparison with physical-chemical parameters. III International Congress of the European Society for Soil Conservation. *Man and Soil at the Third Millennium,* Valencia, 2000. En prensa.

WILD, A. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Efectos de la asociación maíz-soja forrajera sobre producción y valor nutritivo. Calidad fermentativa de los ensilados resultantes

B. DE LA ROZA, A. MARTÍNEZ, A. ARGAMENTERÍA

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Medio Rural y Pesca. Apdo. 13. 33300 Villaviciosa. Asturias (España). E-mail: broza@serida.org

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los resultados en producción y calidad nutritiva de la asociación maíz-leguminosa forrajera y de los ensilados resultantes a escala de laboratorio y al nivel de explotación, el SERIDA llevó a cabo diferentes ensayos de asociaciones entre maíz forrajero y distintas leguminosas.

De todas las leguminosas ensayadas previamente, la soja forrajera (*Glicyne hispida*) se reveló como la más interesante a la hora de obtener forraje para producción de leche. Esta especie llega al estado de legumbre madura cuando el maíz de ciclo corto alcanza el de grano pastoso vítreo.

En todos los ensayos la densidad final de plantas fue muy inferior a la de semillas previstas por problemas de origen mecánico a nivel de siembra para lograr una dosis de 250.000 semillas de soja/ha. Como consecuencia la contribución de la soja (1,1 t MS/ha) en la asociación, sólo representó un 10% del total. Su inclusión con el maíz no modificó el contenido en principios nutritivos de éste sobre materia seca, ni su altura, ni su porcentaje de mazorca sobre peso verde. Dicha asociación maíz-soja presentó mayor contenido proteico que sólo maíz y no hubo diferencias significativas entre las t MS/ha de ambos.

Respecto a los ensilados, se observó una reducción en la calidad fermentativa frente a sólo maíz debido a una peor ensilabilidad de la mezcla por la presencia de la soja, por su alta capacidad tampón, sin embargo éste no fue el factor limitante, por lo que podría rebasarse el 10% de soja en la asociación.

Palabras clave: Asociación de cultivos, ensilado, producción forrajera, contenido en nutrientes.

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones lecheras asturianas están intensificando su producción, por lo que se requiere un control más riguroso de la alimentación. Las raciones tienden a formularse con forra-

jes conservados previamente analizados, válidas para períodos de tiempo largos, dado que la composición de los forrajes verdes es más variable en el tiempo y dificulta la suplementación correcta (PAJARES y GARCÍA, 1996). En Asturias existe una tendencia generalizada a utilizar el maíz forrajero tanto en verde como ensilado (DE LA ROZA y col., 1995), en este sentido y según datos estadísticos de la Consejería de Agricultura, las explotaciones con mayor entrega de leche son las que destinan más superficie a rotaciones con maíz forrajero, ensilando éste en su totalidad (ARGAMENTERÍA y col., 1997).

Aunque el contenido energético convierte a este forraje en un excelente recurso para la producción lechera, la dificultad en la aplicación del nitrógeno después de la siembra, con plantas a 30 cm de altura, por miedo a dañarlas, así como su bajo contenido proteico, motivaron que el SERIDA esté llevando a cabo, desde el año 1998, diversas experiencias de asociación maíz forrajero con una leguminosa como cultivo intercalar, con el objetivo de obtener un forraje más equilibrado en energía y proteína, que tienda a comportarse como mezcla unifeed. Además, las leguminosas presentan propiedades deseables desde el punto de vista edafológico y de la ecología del suelo.

De todas las especies ensayadas durante el año 1998 sólo tres revelaron utilidad: los haboncillos, el alverjón y la soja forrajera.

El objetivo de este trabajo ha sido comprobar si la soja forrajera, cuyos resultados preliminares fueron los más prometedores, tiene capacidad para comportarse como cultivo de verano en asociación con el maíz forrajero para conseguir un forraje más equilibrado en energía y proteína y, probablemente, menos exigente en fertilización nitrogenada, evaluando los resultados en producción y composición química de dicha asociación y de los ensilados resultantes tanto a escala de laboratorio como al nivel de explotación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera de los años 1998, 1999 y 2000, una parcela experimental del SERIDA recibió labores preparatorias para siembra convencional de maíz.

Tras ensayos previos con diversas especies de leguminosas, se eligió la soja forrajera (*Glicyne hispida*), puesto que su ciclo de desarrollo es compatible con el del maíz.

En 1999 se sembraron líneas alternativas de maíz y soja a 0,42 metros entre líneas y 0,12 metros entre semillas de maíz y 0,06 entre las de soja frente a líneas de sólo maíz a 0,85 x 0,12 m. Se efectuaron 6 repeticiones por tratamiento. El orden se estableció al azar a lo ancho de la parcela. Se utilizó una sembradora neumática de cuatro líneas ajustadas a 35 cm con semillas a 12 cm dentro de la misma línea. Las tolvas 1 y 3 contenían semillas de maíz y las 2 y 4 de soja. Para monocultivo de maíz, éstas se vaciaban, quedando un marco de 70 x 12 cm. (119.000 plantas/ha).

En 2000 se forzó la dosis de siembra a 116.279 semillas de maíz más 271.318 semillas de soja/ha.

En ambas experiencias, el mismo día de la siembra se inoculó la semilla de soja con *Rhizobium meliloti* a razón de 15 g/kg de semilla.

En la parte central de cada parcela, en sentido perpendicular a las líneas de siembra, se delimitaron 2 bloques de 10 m de anchura para controlar en la franja central de las tres que constituyen cada repetición de cada tratamiento (4 x 0,85= 3,40 m de ancho de dicha franja, x 10 m longitudinales) los siguientes parámetros: número de plantas de maíz y soja/ha, altura y peso de las planta de maíz, número de mazorcas por planta, peso de la mazorca y kg de materia seca/ha

(por separado de maíz y leguminosa en caso de asociación). Dicho control se hizo en grano pastoso del maíz, durante la semana previa a la recolección en estado vítreo-pastoso. Así mismo, se determinó la composición químico bromatológica de las plantas de maíz y soja y la composición química final y análisis fermentativo de los microensilados resultantes del ensayo de 1999 y de los ensilados de seis toneladas elaborados con la producción del ensayo del año 2000, según CIATA (1997).

Las diferencias en producción de maíz sólo o asociado, así como las existentes en composición química, fueron establecidas mediante análisis de varianza y separación de medias (LSD), utilizando el paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La veza sativa (*Vicia sativa* cv 'Senda', cv 'Vereda', cv 'Gravesa'), veza villosa (*Vicia villosa* cv 'Villana'), yeros (*Vicia ervilia* cv 'Moro') y altramuz forrajero *(Lupinus albus* cv 'Marta') no completaron su desarrollo tras la nascencia al tener el fotoperíodo en su contra.

El guisante forrajero (*Pisum sativum* cv 'Loto', cv 'Enorma') llegó a maduración total de legumbres y agostamiento mucho antes de que el maíz alcanzase el estado de grano pastoso - vítreo.

Los haboncillos (*Vicia faba* cv 'Vitabon'); alverjón (*Vicia narbonensis*, semilla de cultivo a recuperar) y soja forrajera (*Glicyne hispida* cv 'Tokio', cv 'Pantoja') crecieron sin problemas y, por tanto, fueron seleccionadas para la nueva línea de investigación que arranca de este ensayo preliminar.

La soja forrajera (*Glicyne hispida*) se reveló como la más interesante a la hora de obtener un forraje ensilado para producción de leche. Llegó a legumbres maduras estando el maíz (cv Clarica, ciclo 200) en grano pastoso vítreo.

En la Tabla I se presenta la composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros utilizados en ensayos previos de asociación en el año 1998.

Tabla I. Composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros utilizados en ensayos previos de asociación o cultivo único (valores promedios 1998)

	Maíz forrajero cv 'Clarica' (n=4)	Soja forrajera cv 'Tokio' (n=4)	Soja forrajera cv 'Pantoja' (n=4)
Materia seca (g/kg)	310,7	472,3	342,0
g/kg materia seca:			
Cenizas	39,2	61,6	73,9
Proteína bruta	88,3	253,7	247,1
Fibra neutro detergente	399,1	311,0	264,0
Fibra ácido detergente	217,6	275,1	208,8
Extracto etéreo	n.d.	114,1	103,8
Almidón	299,9	n.d.	n.d.
Azúcares solubles	112,9	62,8	68,1
Digestibilidad con celulasa (%)	73,33	80,39	81,31
Capacidad tampón (meq/kg MS)	109	174	260
pH inicial	5,69	6,73	6,90

(n. d. = no determinado)

Experiencia de 1999 en cultivo asociado

Aunque la emergencia del maíz y de la soja fue normal, la producción total se resintió por la persistente sequía estival, lo que dio lugar a plantas con tallos más delgados y de menor altura, lo que motivó que el rendimiento del maíz cv 'Clarica' resultara sólo el 75% del promedio general 1995-1998 (MARTÍNEZ y col., 1999) y la soja pudo resultar mucho más afectada por la sequía y la invasión de malas hierbas, principalmente de *Chenopodium quinoa*. En cuanto a la composición química y ensilabilidad de los forrajes ensayados durante este año, es preciso señalar la gran influencia que tuvo la escasez de agua sobre el contenido en principios nutritivos, reflejado en un acusado descenso en la proteína bruta de ambos, gran incremento de los constituyentes de la pared celular y sensible disminución del almidón del maíz forrajero. Véase Tabla II (1999) y compárese con Tabla I (1998), así como con los datos medios de varios años de composición del maíz 'Clarica' (MARTÍNEZ y col., 1999).

Tabla II. Composición química y ensilabilidad del maíz y soja forrajeros (valores promedios 1999)

	Maíz forrajero (n=16)	Soja forrajera (n=8)
Materia seca (g/kg)	381,6	296,3
g/kg materia seca:		
Cenizas	36,7	94,2
Proteína bruta	65,5	168,9
Fibra neutro detergente	479,0	358,9
Fibra ácido detergente	261,6	304,2
Fibra bruta	220,6	235,9
Extracto etéreo	2,73	90,6
Almidón	247,5	41,2
Digestibilidad con celulasa (%)	67,27	74,12
Capacidad tampón (meq/kg MS)	95	479
pH inicial	6,18	6,31

Aún así, se puede apreciar cómo la soja podría incrementar el contenido en proteína de la mezcla final. En cuanto a la pared celular, la proteaginosa ensayada presenta un contenido inferior que el maíz forrajero (particularidad genérica de las leguminosas frente a las gramíneas; VAN SOEST, 1973) aunque con mayor grado de lignificación (mayor proporción de fibra ácido detergente).

El elevado contenido en extracto etéreo de la soja contribuirá a mantener o quizás aumentar la concentración energética y debería ser tenido en cuenta en cuanto a incorporación de grasa a la ración. La pérdida de ensilabilidad por incremento de la capacidad tampón de la soja sólo llegaría a suponer un problema a partir de un 50% de materia seca de esta especie en el forraje.

En cuanto a resultados de producción (Tabla III), el rendimiento por ha en materia seca, kg de proteína bruta (PB) y Gigajulios de energía metabolizable (GJ EM) resultó inferior en la asociación, para una densidad final de plantas/ha superior. La producción de soja solamente supuso un 9% del total, cuando Jorgensen y Crowley (1971) llegaron a obtener un 20%. Este hecho hace que la siembra intercalar de soja entre líneas de maíz, manteniendo las mismas condicio-

nes de cultivo, reduzca significativamente la producción de materia seca, 11,2 t/ha del maíz en monocultivo *vs* 9,2 t/ha del maíz en asociación (p= 0,05). La producción de soja no llega a compensar la pérdida de producción del maíz, tendiendo a resultar la producción total de maíz + soja inferior a la del maíz en monocultivo.

Tabla III. Producción de materia seca (MS) y rendimiento en proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM) por ha, del maíz en monocultivo y asociado con soja forrajera

Cultivo	t MS/ha	kg PB/ha	GJ EM/ha
Maíz forrajero	11,2a	767	129a
Maíz + Soja forrajera	9,7b	667	110b

Valores acompañados de distinta letra en una misma columna difieren significativamente a p=0,1

Experiencia de 2000 en cultivo asociado

En un verano no atípico y forzando la dosis de semilla de soja y teniendo en cuenta que los controles se realizaron con el maíz en grano pastoso, la composición química del mismo puede considerarse característica de la variedad 'Clarica' (MARTÍNEZ y col., 1999) de acuerdo con la evolución previsible de grano pastoso a vítreo (ROZA y col., 1995). La soja contenía una materia seca (MS) de 236,5 g/kg y valores de cenizas, proteína bruta y fibra neutro detergente de 98,5; 152,3 y 418,1 g/kg MS, con una energía metabolizable estimada (EM) de 9,7 MJ/kg MS. Su inclusión con el maíz no modificó el contenido en principios nutritivos de éste, ni su altura ni su porcentaje de mazorca sobre peso verde. En conjunto, la asociación maíz-soja presentó un contenido proteico ligeramente más alto (Tabla IV). En cuanto a la reducción de la energía metabolizable (EM) predicha, fue mínima e inferior al error de estimación estadística a partir de la digestibilidad enzimática de la materia orgánica.

Tabla IV. Composición química del maíz y de la asociación maiz-soja forrajeros. Año 2000

	Maíz forrajero (n=13)	Maíz-soja forrajeros (n=12)
Materia seca (g/kg)	297,8a	284,4 b
Cenizas (g/kg MS)	34,5 b	41,2 a
Proteína bruta (g/kg MS)	78,3 b	85,8 a
Fibra neutro detergente (g/kg MS)	404,2	413,7
Azúcares solubles (g/kg MS)	213,3	n. d.
Almidón (g/kg MS)	287,6	n. d.
Energía metabolizable (MJ/kg MS)	12,0 a	11,7 b

Distinta letra en la misma fila indica diferencia significativa a p<0,05; n. d. = no determinado

Los datos de producción correspondientes al año 2000 se muestran en la Tabla V.

La densidad final de plantas fue muy inferior a la de semillas previstas. Si para el maíz se alcanzó el 70% de la dosis teórica de siembra, para la soja fue sólo del 40%. Este hecho cabe im-

putarlo no a fallos de germinación ni de muerte de plantas, sino a un imperfecto funcionamiento de la sembradora neumática con dosis elevadas de semillas/ha, sobre todo si son de tan bajo peso específico como es el caso de la soja.

Tabla V. Producción y rendimiento en proteína bruta (PB) y energía metabolizable (EM) por ha, del maíz en monocultivo y asociado con soja forrajera. Año 2000

Cultivo	PM/ha	PT/ha	t MS/ha	Kg PB/ha	Gj EM/ha
Maíz forrajero	71,5 a	71,5 b	13,0	1018	156
Maíz + soja forrajera	55,2 b	98,4 a	12,8	1098	150

PM= Miles de plantas/ha de maíz a la recolección; PT= Miles de plantas/ha totales a la recolección
a,b: Valores acompañados de distinta letra en la misma columna difieren a $p< 0,05$

No hubo diferencias significativas entre las t MS/ha de maíz en monocultivo (habituales para la variedad Clarica) y las de maíz-soja. En dicha asociación, la contribución de la soja (1,1 t MS/ha) sólo representa un 10% del total. Esta cifra coincide con la de 1999 en que, como ya dijimos, la producción de maíz y maíz-soja fue muy escasa debido a un gran déficit hídrico.

El análisis de suelo reveló suficiente nivel de P, K y Mg antes y después del cultivo. Sin embargo, la limitación a la producción probablemente vino dada por la competencia por el agua al aumentar el número de plantas, aun en un verano de climatología normal.

Por otra parte, la soja mostró abundancia de nódulos de *Rhizobium*, bien desarrollados, por lo que no sería descartable el ahorro de fertilización nitrogenada por fijación de N_2.

Ensilados de maíz y maíz-soja

Respecto a los ensilados elaborados con una mezcla de 90% maíz+10% soja en MS, tanto en 1999 como en 2000 (ver Tablas VI y VII), se observa una reducción en la calidad fermentativa frente a sólo maíz por una peor ensilabilidad de la mezcla debida a la presencia de la soja. Dicha pérdida es escasa por lo que podría rebasarse el 10% de soja en MS e incluso el 20% conseguido por Jorgensen y Crowley (1971).

Tabla VI. Composición química de microensilados de maíz, soja y asociación maíz-soja forrajeros (1999) y de los ensilados de seis t de maíz y maíz-soja forrajeros (2000)

	Microensilados. Año 1999				Ensilados 6t. Año 2000			
	MS	PB	ALM	EM	MS	PB	ALM	EM
Maíz	339,3 a	79,6 b	214,6 b	9,3	315,5	84,8	420,5	12,2 a
Soja	248,0 b	192,5 a	–	9,0	–	–	–	–
Maíz-soja	336,3 a	83,4 b	295,7 a	10,25	344,0	92,6	309,4	10,6 b

MS= Materia seca (g/kg); PB= Proteína bruta (g/kg MS); ALM= Almidón (g/kg MS); EM =Energía metabolizable (MJ/kg MS)
a, b: Valores acompañados de distinta letra en la misma columna difieren a $p< 0,05$

En el año 1999 el maíz en grano pastoso-vítreo contenía alta carga de esporas de *Clostridium tirobutyricum* y escasez de azúcares solubles debido al déficit hídrico del verano. Ello redujo sensiblemente el valor alimenticio de los microensilados con respecto al forraje verde original. La inclusión de soja redujo significativamente ($p<0.05$) el contenido final de FND, sólo explicable por fermentación de hemicelulosas y, como consecuencia, se incrementó el contenido en almidón y por tanto la calidad del ensilado. En el año 2000, a partir de un maíz de calidad excelente se obtuvo un ensilado de óptimas características nutricionales y la inclusión de soja no tuvo el efecto del año anterior. Ahora bien, existen dudas razonables en torno al papel de la soja forrajera por lo que resulta necesario evaluar toda una serie de características *in vivo* e *in situ* (ingestibilidad, degradabilidad…) antes de considerar que la única ventaja de la asociación maíz-soja sea un posible incremento en PB si se logra elevar la contribución de la soja a la producción total.

Tabla VII. pH y parámetros fermentativos de los microensilados de maíz, soja y asociación maíz-soja forrajeros y de los ensilados de seis t de maíz y maíz-soja forrajeros

	Microensilados. Año 1999			Ensilados 6t. Año 2000	
	Maíz	**Soja**	**Maíz-soja**	**Maíz**	**Maíz-soja**
PH	3,95 b	5,42 a	4,19 b	3,80 b	4,09 a
Nitrógeno amoniacal (g/kg N total)	110,7 b	161,1 a	120,6 b	62,9 a	53,2 b
Nitrógeno soluble (g/kg N total)	398,7	509,0	443,4	340,6	363,2
Azúcares solubles residuales (g/kg MS)	5,98	6,58	5,29	6,87	4,84
Ácido láctico (g/kg MS)	40,8 a	13,9 b	42,4 a	38,3	35,3
Ácido acético (g/kg MS)	13,7 b	44,7 a	15,8 b	16,8	17,2
Ácido propiónico (g/kg MS)	0,32 b	8,48 a	1,91b	no detectado	no detectado
Ácido butírico (g/kg MS)	no detectado	68,5 a	0,75 b	no detectado	no detectado
A. G. V. (mmol/kg MS)	65,74 b	570,62 a	87,51 b	78,78	80,66
Relación láctico/acético	2,98 a	0,31 b	2,68 a	2,28	2,05

AGV= ácido acético + ácido propiónico + ácido butírico
a, b: Valores acompañados de distinta letra en la misma fila difieren a $p< 0,05$

CONCLUSIONES

La ventaja de la asociación maíz-soja habrá que buscarla no en un aumento de la producción, sino en un forraje de mayor contenido proteico y en un ahorro de fertilización nitrogenada.

Un 10% de soja en la asociación con maíz plantea poco problema de ensilabilidad y sería deseable elevar ese nivel. El principal problema para conseguirlo es de origen mecánico a nivel de siembra para lograr una dosis de 250.000 semillas de soja/ha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al INIA la cofinaciación de esta experiencia, al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA (Sagrario Modroño, Ovidio Fernández, Mª Ángeles Méndez y Gabriela de Anda), así como al personal de campo (Mª Antonia Cueto, Amalia Coto, Mercedes García, José Manuel Fernández, Zósimo Caveda y José Ramón Díaz), sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. DE LA; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, L.; MARTÍNEZ, A. (1997). *El ensilado en Asturias*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Ed.: Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias, 127 pp. (España).

CIATA (1997). *Análisis de alimentos para el ganado*. Tríptico. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias (España).

JORGENSEN, N.A.; CROWLEY, J.W. (1971). *Ensilaje de maíz para el ganado*. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, 51 pp.

MARTÍNEZ, A.; ROZA, B. DE LA; MARTÍNEZ, A. (1999). Comportamiento agronónico de variedades comerciales de maíz empleadas para forraje en distintas zonas edafoclimáticas de Asturias. *Actas de la XXIX Reunión Científica de la SEEP*, 232-238.

MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. DE LA (2000). Obtención de un forraje equilibrado en energía y proteína mediante la asociación maíz-leguminosa forrajera. En: *Actas de la III Reunión Ibérica de Pastos y Forraje*, 493-498. Bragança (Portugal), A Coruña, Lugo (España).

PAJARES, G.; GARCÍA, M. (1996). *Situación del sector lechero en Asturias a la vista de los datos de producción. Informe técnico 4/96*. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (CIATA). Consejería de Agricultura, Principado de Asturias, 12 pp.

ROZA, B. DE LA; SANTOS, B.; MIRANDA, J.; DÍEZ, E.; ALFAGEME, L.A.; ARGAMENTERÍA, A. (1995). Evolución del valor nutritivo del maíz forrajero en verde en zona húmeda, según su contenido en materia seca. *Actas de la XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 217-222.

SAS, SAS/STAT (1990). *User's Guide*, Ver. 6. Fourth Edition, Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., North Caroline.

VAN SOEST, P.J. (1973). The uniformity and nutritive availability of cellulose. *Fed. Proc.* **32**, 1.804-1.808.

Cultivo de maíz forrajero ecológico

J. PIÑEIRO, R. SUÁREZ, N. DÍAZ, J. FERNÁNDEZ[1]

[1] Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apartado 10. 15080 A Coruña

RESUMEN

Se exponen los resultados de un ensayo y tres demostraciones sobre el cultivo del maíz forrajero en la Granja Arqueixal, de Albá (Palas de Rei, Lugo), orientada a la producción de leche ecológica de vacuno, que se establecieron con el objetivo de conocer el efecto de diversas labores de escarda mecánica sobre el control de malas hierbas. El maíz se sembró en líneas a 75 cm con una densidad objetivo de 80.000 plantas/ha, después de una preparación del suelo por laboreo convencional.

Se compararon labores de gradeo con grada de púas en el momento en que el maíz tenía unos 4-5 cm, con labores de escarda y aporcado entre líneas cuando el maíz alcanzaba una altura de 15-20 y 35-40 cm, respectivamente. Las parcelas experimentales se establecieron en cuatro fincas diferentes de la explotación, con distinto historial de cultivo. Se midió tanto la producción del maíz como la masa de vegetación espontánea presente en el momento de la cosecha.

El resultado más sobresaliente se produjo en el ensayo, en el que se demostró la eficacia de la grada de púas, que trabaja tanto entre líneas como dentro de la línea. La parcela testigo (sin ningún tipo de escarda) produjo 6,6 t/ha de materia seca de maíz mientras que la gradeada dio una producción de 13,0 t/ha. Una escarda complementaria, con rejas entrelíneas, elevó la producción a 14,8 t/ha, sin que esta diferencia llegase a alcanzar significación estadística con respecto a la parcela gradeada solamente.

Otro resultado importante fue poder cuantificar el efecto del historial previo de cultivo de las distintas fincas sobre el grado de dificultad en la lucha contra la vegetación adventicia. Se observó que el mejor cultivo previo al maíz es una pradera sembrada en rotación y que no es recomendable cultivar maíz tras maíz en años sucesivos.

Palabras clave: Escarda mecánica, gradeo, malas hierbas, rotación.

INTRODUCCIÓN

La superficie destinada a Agricultura Ecológica experimentó un crecimiento espectacular en los últimos años en Europa, pasando de 0,6 millones de hectáreas en 1993 a 2,6 en 1999 de las que el 51% corresponden a pastos y cultivos forrajeros (CE, 2001). En Galicia, que se incorporó con cierto retraso a esta actividad, estamos asistiendo al inicio de prácticas ecológicas en es-

tos momentos, contabilizándose unas 50 explotaciones de ganado vacuno inscritas (ecológicas o en proceso de conversión), de las que el 20% son de producción de leche y el 80% de producción de carne. Estas explotaciones están obligadas a seguir las normas recogidas en los Reglamentos CE nº 2.092/1991 y nº 1.804/1999, que prohíben el uso de abonos de síntesis y herbicidas, entre otros requerimientos.

En este contexto se sitúa el cultivo ecológico del maíz forrajero, que resulta novedoso para la gran mayoría de agricultores y técnicos porque está ya muy consolidado el uso de herbicidas para la lucha contra las malas hierbas, quedando el referente más próximo en las prácticas habituales para el cultivo del maíz en los años setenta, que implicaban el uso de cultivadores con rejas de escarda y/o de aporcado, en la mayoría de los casos tirados por animales, para el control de las malas hierbas establecidas entre las líneas del maíz, labores que siempre se complementaban con una labor manual de azada y arrancado a mano de las hierbas establecidas dentro de la línea, porque son inaccesibles a las rejas de los cultivadores. La introducción progresiva de los herbicidas a partir de los años setenta condujo a la situación actual en la que los agricultores y técnicos ven casi imposible el cultivo del maíz sin el uso de herbicidas.

Pero, de hecho, el cultivo ecológico del maíz se viene practicando ya en las explotaciones ganaderas europeas que usan este cultivo. En ellas se ha resuelto el problema de la eliminación de la vegetación espontánea con el pase de una grada de púas cuando las malas hierbas comienzan a nacer. Esta grada se pasa por toda la superficie cuando el maíz alcanza una altura de unos 4-5 cm. El desarraigo de muchas adventicias en su fase de germinación y nascencia provoca su desecación con la consiguiente disminución de la población de especies no deseadas. El maíz, por el contrario, soporta bien esta labor y sigue su fase de establecimiento con normalidad. Es evidente que algunas plantas adventicias pueden estar presentes después de esta operación, bien porque sobreviven a la operación de gradeo bien porque germinan y se establecen con posterioridad, por lo que suele ser necesario complementarla, en muchos casos, con las labores clásicas de escarda y aporcado entre líneas.

Hacía falta, sin embargo, disponer de información local sobre estas técnicas de cultivo en la que basar los consejos a los agricultores que están enfrentándose, a veces en solitario, a esta nueva situación. Por ello se realizaron un ensayo y tres demostraciones, con el objetivo de cuantificar los efectos de distintas labores mecánicas sobre el control de malas hierbas en el cultivo del maíz forrajero, en la finca Arqueixal, inscrita en el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica de Galicia como productora de leche de vacuno.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El ensayo se localizó en la finca «Leira de Sorribas I» y las demostraciones en las fincas «Castro de Fora», «Castro de Dentro» y «Leira de Sorribas II» de la Granja Arqueixal, situada en Albá (Palas de Rei, Lugo), localidad del interior de Galicia, a 450-500 m de altitud. Esta granja inició su proceso de conversión a producción ecológica en junio de 1999, que está reflejado parcialmente en publicaciones de Piñeiro y col. (2002) sobre manejo de las praderas, de Castro y col. (2002) sobre el abonado y de Barbeyto y col. (2002) sobre la evolución económica.

Suelo y clima

Los suelos son areno-limosos de origen granítico, con una buena fertilidad química, consecuencia de su largo historial de cultivo. El pH en agua osciló entre 6 y 6,4, el contenido en fósforo (P, método de Olsen) entre 54 y 73 ppm y el potasio (K, extracto en Acetato Amónico) ente 243 y 391 ppm. La lluvia total del año 2001 fue de 1.276 mm, y en el trimestre junio, julio y agosto de 158 mm. La temperatura media de diciembre (mes más frío) fue de 2,6 ºC y la de agosto (mes más cálido) de 17,1 ºC. En la fase de nascencia del maíz hubo un tiempo relativamente seco que permitió hacer el gradeo sin problemas.

Historial de cultivo de las distintas fincas

Las fincas experimentales se han clasificado en 4 categorías (grados de dificultad) desde el punto de vista del control de la vegetación espontánea (malas hierbas) por medios mecánicos (Tabla I).

Tabla I. Fincas experimentales, con indicación de su historial de cultivo y grado de dificultad para lucha contra vegetación espontánea

Finca	Historial de cultivo[1]	Grado de dificultad
Leira Sorribas II	Pradera hasta 2001	Muy fácil
Castro de Fora	Maíz forraje en 1999, centeno para grano en 1999/2000, centeno para forraje en 2000/2001	Fácil
Castro de Dentro	Pradera hasta 1999, maíz forraje 1999, centeno forraje 1999/2000, maíz forraje 2000 (sin herbicida)	Difícil
Leira Sorribas I	Centeno forraje 1999/2000, maíz forraje 2000 (sin herbicida)	Muy difícil

1) No se utilizaron herbicidas a partir de junio de 1999

Preparación del terreno y siembra

Se hizo una preparación convencional del terreno de siembra, que incluyó operaciones de grada de discos y arado de vertedera. La siembra se hizo con una sembradora neumática el 24 de mayo de 2001, en líneas a 75 cm, con una densidad objetivo de 80.000 plantas/ha. Se utilizó la variedad 'Oreste', de ciclo 200 FAO.

Abonado y herbicidas

La fertilización en el año 2001 se limitó a la aplicación de estiércoles y purines de la explotación. Las cantidades (kg/ha) de nutrientes aplicadas oscilaron entre 198 a 294 de N, 46 a 69 de P y 175 a 196 de K.

No se aplicaron herbicidas porque no están permitidos en Agricultura Ecológica.

Controles de producción

Para determinar la producción del maíz se controló la producción de las distintas parcelas, en una superficie determinada pero diferente en el ensayo y en las distintas demostraciones, según se indica más adelante. El maíz cortado en cada superficie de muestreo se pesó en verde en el campo y se tomó una muestra representativa de diez plantas que se utilizó para determinar el contenido en materia seca, el contenido en mazorca y su altura. El contenido en materia seca se determinó por desecación en estufa de aire forzado a 80 ºC durante 17 horas de una muestra de 500 g de paja y 500 g de mazorca. En el momento de la cosecha, el grano del maíz estaba en estado pastoso-duro.

A su vez, se cortó y pesó la masa de vegetación espontánea en las superficies que también se indican más adelante, determinando también su contenido en materia seca por desecación en estufa de 300 g durante 17 horas a 80 ºC.

Ensayo: Finca Leira de Sorribas I

Tratamientos y diseño experimental

Para el control de malas hierbas se hicieron las siguientes labores, que se combinaron entre ellas según tratamientos: **T**: Ningún tipo de escarda (Testigo), **G**: Gradeo con grada de púas «Vertikator», **E**: Escarda con cultivador «Guerra» dotado de rejas de escarda. El gradeo se hizo cuando el maíz tenía unos 4-5 cm de altura y la escarda cuando tenía unos 15-20 cm. La grada actuó sobre toda la superficie del suelo trabajando tanto en las entrelíneas (calles) como dentro de cada línea. La escarda, por el contrario, afectó solamente a las entrelíneas.

Los tratamientos aplicados fueron:

1. **T**: Testigo, sin labores de escarda.
2. **G**: Gradeo de púas con «Vertikator».
3. **G+E**: Gradeo con «Vertikator» y escarda con «Guerra».

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones. El largo de parcela elemental fue todo el largo de la finca (variable pero siempre superior a 50 m) y el ancho 2,25 m (3 líneas de maíz) para los tratamientos 1 y 2 y de 3 m (4 líneas de maíz) para el tratamiento 3. La diferencia de anchuras es consecuencia de la diferencia en el ancho de trabajo de las máquinas Vertikator y Guerra, de 2,5 y 3,00 m, respectivamente.

Para medir la producción y grado de infestación de vegetación espontánea, se cortaron y pesaron las plantas de maíz de una longitud de 24 m a lo largo de una línea de cada parcela elemental, y la masa de hierba correspondiente a una franja de 15 m de largo y 0,75 m de ancho, centrada longitudinalmente sobre la línea de maíz.

Demostraciones 1 y 2: Fincas Castro de Fora y Castro de Dentro

Tratamientos y diseño

Los tratamientos en estas parcelas fueron de tipo demostrativo, sin repeticiones, en franjas longitudinales en el sentido de las líneas de siembra. Se hicieron las siguientes labores: **G**: Gra-

deo con grada de púas «Vertikator», **ET**: Escarda con cultivador tradicional (el ganadero trató de emular la escarda habitual en el pasado, que consistía en el paso de un cultivador de una sola calle, tirado por una pareja de bueyes o vacas. En este caso utilizó un tractor que arrastraba 4 cultivadores guiados por un hombre detrás de cada uno de ellos), y **A**: Aporcado con cultivador «Guerra» dotado de 5 rejas de aporcado, una para cada calle. En el momento del gradeo el maíz tenía unos 4-5 cm de altura, en la escarda 15-20 cm y en el aporcado 35-40 cm. Los distintos tratamientos se aplicaron en franjas longitudinales con una anchura variable pero con un mínimo de 4 líneas de maíz para la franja **ET**. La longitud varió con la forma de la finca, siendo siempre superior a 100 m. La grada actuó sobre toda la superficie, tanto en las entrelíneas como dentro de la línea, mientras que tanto el cultivador tradicional como el cultivador-aporcador trabajaron entre líneas. Para la determinación de la producción y presencia de vegetación espontánea, se cortaron y pesaron las plantas de maíz de una longitud de 30 m de largo en una línea de cada franja, y la masa de hierba correspondiente a una franja de 15 m de largo y 0,75 m de ancho, centrada longitudinalmente sobre la línea de maíz. Se procuró que las líneas estuviesen suficientemente próximas para que las diferencias no fuesen atribuibles a diferencias de tipo edáfico.

Por tratarse de demostraciones no hubo repeticiones. No hay, por ello, análisis estadístico para comparación de tratamientos.

Siembra de veza bajo el maíz

En la franja aporcada de la parcela *Castro de Fora* se sembró una mezcla de avena común (*Avena sativa* L.) con veza común (*Vicia sativa* L.) simultáneamente con la labor de aporcado, con objeto de obtener unos datos preliminares sobre el posible desarrollo de la veza como especie mejoradora del contenido en proteína del forraje cosechado. El maíz jugaría el papel de tutor en esta asociación. Aunque no era el objetivo, se mezcló avena porque se aprovechó una partida de semilla de avena y veza que se habían mezclado para una siembra de avena-veza en el otoño-invierno anterior.

Demostración 3: Parcela Leira de Sorribas II

Tratamientos y diseño

En esta parcela no hubo ningún tipo de escarda, resultando, por tanto, un solo tratamiento. Nuestra experiencia nos dice que las parcelas más fáciles en la lucha contra malas hierbas son las que han tenido antes una pradera, concepto que implica la siembra de la pradera en rotación con otros cultivos. La observación del estado de la vegetación espontánea en la fase de nascencia nos hizo pensar que el maíz podría desarrollarse sin muchos problemas sin necesidad de labores de escarda.

Se controló la producción del maíz de una línea de 30 m de largo, que se estimó representativa de la parcela. Para el cálculo de la masa de vegetación espontánea presente, dentro de esta línea de 30 m se cortó y pesó la existente en una franja de 15 m de largo y 0,75 m de ancho, centrada longitudinalmente sobre la línea de maíz.

RESULTADOS

Ensayo

El efecto de la escarda mecánica sobre la altura y producción del maíz forrajero y sobre la masa de malas hierbas presentes en el momento de la cosecha se muestran en la Tabla II. El maíz de las parcelas testigo tuvo un desarrollo muy escaso, mostrando un color blanquecino típico del maíz que sufre un estrés inicial. El solo efecto de la grada de púas resultó en una mejora muy importante de la producción y en un descenso también importante de la presencia de vegetación espontánea. La vegetación espontánea dominante en esta parcela fueron los dos tipos de «millá» [*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop y *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.]

Tabla II. Efecto de la escarda mecánica sobre la altura (m), la producción del maíz forrajero (t/ha MS) y la masa de malas hierbas (t/ha MS) en el momento de la cosecha

	Tratamientos			Estadística	
	T	G	G+E	CV	DMS
Altura maíz (m)	1,6	2,1	2,4	5	0,2
Producción (t/ha)	6,6	13,0	14,8	24	4,7
Malas hierbas (t/ha)	7,4	4,4	3,9	26	2,4

T = Testigo sin labores de escarda
G = Gradeo con grada de púas «Vertikator»
E = Escarda con cultivador «Guerra»
MS = Materia seca
CV = Coeficiente de variación (%)
DMS = Diferencia mínima significativa al 5%

Demostraciones 1 y 2

En la Tabla III se muestran los efectos de los distintos tratamientos sobre la altura y producción del maíz, y sobre la masa de vegetación espontánea presente en el momento de la cosecha. En este caso no hubo franja testigo (sin ningún tipo de escarda) ni tampoco franjas en las que solamente se hiciese una labor de grada. Los resultados demuestran el efecto beneficioso del gradeo en la lucha contra malas hierbas, porque complementó la labor de la escarda tradicional, que sólo trabaja entre líneas. El maíz de las franjas aporcadas tenía un aspecto más verde, que puede estar relacionado con la economía del agua, tanto por disminuir la presencia de malas hierbas como por el posible efecto físico sobre la infiltración y evaporación del agua de lluvia en el suelo.

La vegetación espontánea dominante en Castro de Fora fueron los dos tipos de «Millá» y la «corriola» (*Convolvulus arvensis* L.), mientras que en Castro de Dentro prodominó el «fariñento» (*Chenopodium album* L.). Los «fariñentos» de las parcelas gradeadas tenían una altura menor que los de la parcela escardada solamente.

Tabla III. Efecto de la escarda mecánica sobre la altura (m), la producción del maíz forrajero (t/ha MS) y la masa de malas hierbas (t/ha MS) en el momento de la cosecha

	Tratamientos de escarda		
	ET	**G+ET**	**G+ET+A**
Parcela:Castro de Fora			
Altura maíz (m)	2,4	2,7	2,7
Producción (t/ha)	18,4	18,3	21,5
Malas hierbas (t/ha)	0,8	0,0	0,3
Parcela:Castro de Dentro			
Altura maíz (m)	2,3	2,5	2,4
Producción (t/ha	12,5	14,7	16,6
Malas hierbas (t/ha)	1,7	1,4	0,8

ET: Escarda tradicional
G: Gradeo con «Vertikator»
A: Aporcado con «Guerra»

Desarrollo de la avena y veza bajo el maíz

Las dos especies nacieron bien pero no consiguieron desarrollarse como consecuencia del ensombrecimiento a que estuvieron sometidas en cuanto se desarrolló el cultivo del maíz.

Demostración 3

Los resultados se muestran en la Tabla IV.

Tabla IV. Altura (m) y producción del maíz forrajero (t/ha MS) sembrado después de pradera, y masa de malas hierbas (t/ha MS) en el momento de la cosecha en una parcela que no recibió tratamientos de escarda

	Tratamiento único (No escarda)
Altura maíz (m)	2,4
Producción (t/ha)	20,2
Malas hierbas (t/ha)	1,4

MS = Materia seca

DISCUSIÓN

El resultado más sobresaliente es el efecto tan positivo que tuvo la operación de gradeo con «Vertikator» sobre el control de las malas hierbas, y consiguiente desarrollo del maíz, en el ensayo, situado en la finca donde el control se ha estimado como «muy difícil». Este efecto positivo se observó también en las parcelas de demostración, si bien en estos casos no hubo una comparación directa de esta labor con un testigo sin ningún tipo laboreo.

La observación de los resultados habidos en el conjunto de las parcelas del ensayo y de las demostraciones ponen en evidencia el efecto de los cultivos anteriores sobre la presencia de malas hierbas. Esta observación nos permitió clasificar las parcelas en cuatro categorías de dificultad para luchar contra la vegetación espontánea, en función historial de cultivo:

Muy fácil. El maíz siguió a pradera, sembrada en rotación.
Fácil. El maíz siguió a una rotación maíz/centeno grano/centeno forraje.
Difícil. El maíz siguió a maíz/centeno forraje/maíz forraje.
Muy difícil. El maíz siguió a centeno forraje/maíz forraje.

Importancia de la rotación de cultivos

Estos resultados resaltan el interés de la rotación, debiendo evitarse el cultivo del maíz en años consecutivos sobre la misma parcela, sobre todo si no se aplican herbicidas porque se incrementa la población de las especies nativas asociadas al cultivo del maíz. El mejor cultivo previo es, sin duda, la pradera sembrada en rotación, porque ayuda a disminuir la población de semillas de las plantas que crecen en verano con el maíz.

CONCLUSIONES

- El gradeo cuando el maíz tiene 4-5 cm es una operación muy eficaz para la lucha contra las malas hierbas.
- Debe evitarse el cultivo de maíz tras maíz en años consecutivos.
- La pradera es un excelente cultivo previo para disminuir el problema de las malas hierbas en el cultivo de maíz ecológico.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se basa en resultados obtenidos dentro del proceso experimental del Proyecto RTA01-144-C5-1 «Rotaciones forrajeras convencionales y ecológicas en la España Húmeda», financiado por el INIA. Los autores agradecen esta financiación.

BIBLIOGRAFÍA

BARBEYTO, F.; CASTRO, J.; DÍAZ, N.; PIÑEIRO, J. (2002). Producción de leche de vacuno en la granja Arqueixal: Análisis económico del proceso de conversión a producción ecológica. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 621-626. Eds: C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, J. LLOVERAS. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Lleida (España).

CASTRO, J.; NOVOA, R.; BLÁZQUEZ, R.; BARBEYTO, F.; DÍAZ, N;. PIÑEIRO, J. (2002). Seguimiento del abonado y de la fertilidad del suelo en la granja Arqueixal durante el proceso de conversión en ecológica. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 271-276. Eds: C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, J. LLOVERAS. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Lleida (España).

CE (COMISIÓN EUROPEA) (2001). *Organic farming in the EU: Facts and figures*. Disponible en internet (14.07.02): http://europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/facts_en.pdf

PIÑEIRO, J; DÍAZ, N.; DÍAZ, D.; CASTRO, J.; BARBEYTO, F. (2002). Efecto de la siembra en superficie y del manejo en la presencia del trébol blanco en praderas. En: *Producción de pastos, forrajes y céspedes*, 283-288. Eds: C. CHOCARRO, F. SANTIVERI, R. FANLO, J. LLOVERAS. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Lleida (España).

Experiencias sobre producción ecológica de huevos de gallina en la Comunidad Valenciana

V. García-Menacho Osset[1], J. Pont Andrés[2], P. Rivas Cerveró[1], J. Martí García[3]

[1] Estación Experimental Agraria. Pda. Barranquet s/n. 46740 Carcaixent.
[2] Noguera A.D.R. Coop. V. Mas de Noguera. 12440 Caudiel.
[3] Granja La Peira. Benifaió

RESUMEN

Desde el año 1999 se han criado diferentes lotes de gallinas en tres granjas, de razas de puesta tanto autóctonas como híbridas, en producción ecológica. Las razas híbridas han mostrado mejor nivel de puesta y menor consumo de pienso, justificando la conveniencia económica de utilizar estas razas en producción ecológica. Sin embargo, algunas razas autóctonas presentan suficiente potencial para hacerlas competitivas tras una selección adecuada. Las razas autóctonas también pueden presentar interés en sistemas de producción basados en piensos de baja calidad proteica.

INTRODUCCIÓN

El interés por la utilización de variedades y razas autóctonas se hace más evidente en la producción ecológica, especialmente por sus cualidades de rusticidad y adaptación a técnicas de manejo de bajos insumos. Estas variedades y razas deben conservarse, independientemente de su capacidad de producción, por el patrimonio genético y cultural que representan. Desde instancias públicas se puede conservar poblaciones limitadas, pero no hay duda que la mejor forma de garantizar su supervivencia es logrando su aceptación por las empresas y los profesionales. Sin embargo, dicha conservación no puede recaer en los agricultores y ganaderos sin unas garantías mínimas de rentabilidad económica.

Por otra parte, en la producción ecológica de huevos se han tomado algunos parámetros técnicos de la producción intensiva, como la edad de reposición a las 72 semanas o la composición de los piensos, sin que se haya comprobado que con este tipo de manejo dichos parámetros sigan siendo válidos.

Por ello en el año 1999 se iniciaron una serie de experiencias, financiadas por el Servicio de Desarrollo Tecnológico Agrario de la Generalitat Valenciana, con el fin, en primer lugar, de obtener información sobre los aspectos anteriormente indicados y, en segundo lugar, de diseñar sistemas de manejo que puedan ser transmitidos a los demás ganaderos.

Es de señalar que cuando en este trabajo nos referimos a las aptitudes económicas de las diferentes razas estudiadas nos referimos únicamente al valor de utilidad, derivado de su utilización actual, dejando sin abordar otros parámetros como el valor de opción, el de existencia o las externalidades (RODRÍGUEZ ALCAIDE y col., 1998).

OBJETIVOS

1. Valorar las cualidades productivas de algunas razas autóctonas frente a razas híbridas de puesta.
2. Obtener sustitutos adecuados a la torta de soja en la composición del pienso.
3. Determinar la edad adecuada para realizar la reposición.

INFRAESTRUCTURAS

Para la realización de las experiencias se ha contado con las infraestructuras de tres granjas, cuyas características más importantes son:

- Masía d'Agricultura i Ramadería Ecològica «El Teularet». Situado en Navalón (Valencia), a 820 m de altitud. Infraestructuras: dos gallineros de 36 m^2 con cuatro parques de 870 m^2 (T1 y T2).
- Granja Experimental «La Peira». Situada en Benifaió (Valencia), a 26 m de altitud. Infraestructuras: dos gallineros de 60 m^2 con cuatro parques de 1.200 m^2 en los que se cultivan naranjos (GP1 y GP2).
- Granja «Mas de Noguera». Situada en Caudiel (Castellón), a 880 m de altitud. Infraestructuras: dos gallineros de 39,2 m^2 con tres parques de 1.300 m^2 en los que se cultivan almendros (MN1 y MN2)

DISEÑO DE LAS EXPERIENCIAS

En cada una de las granjas se han criado diferentes lotes de gallinas, cuyas características se describen en la Tabla I. En cada uno de estos lotes se ha realizado un seguimiento diario del comportamiento productivo de los animales, registrando la siguiente información:

- Puesta, diferenciando los huevos rotos y sucios.
- Consumo de alimento, tanto de su composición como de la cantidad consumida.
- Bajas de animales y, cuando ha sido posible, indicación de la causa.
- Temperatura máxima y mínima en el gallinero.

Esta información se ha completado con otras observaciones de aspectos que pueden incidir en la producción o en el coste económico de la misma, como problemas sanitarios y su tratamiento, las alteraciones ambientales importantes y el peso de los huevos.

Tabla I. Características de los diferentes lotes de gallinas estudiados

GRANJA	GALLI-NERO	LOTE	FECHA INICIO	FECHA FIN	RAZA	Nº DE ANIMALES	EDAD (semanas)	OBJETIVO
El Teularet	T2	PL1	21/09/99	Mar. 2001	Prat leonada	200 ♂	14	1,2
	T1	AB1		Oct. 2000	Ampurdanesa blanca	200 ♂	14	1,2
	T1	IB1	17/10/00	Nov. 2001	Isa-brown	200 ♂	16	1,2
	T2	IB2	20/03/01	Abr. 2002	Isa-brown	200 ♂	16	1,2
	T1	IB3	20/11/01		Isa-brown	200 ♂	16	1,2
La Peira	GP1	CN1	15/06/01		Castellana Negra	80 ♂ 10 ♀	6	1,3
	GP2	HB3	27/10/00		Hisex Brown	120 ♂	22	1,3
Mas de Noguera	MN1	AR1	15/10/99	30/10/01	Ampurdanesa Roja	112 ♂ 14 ♀	14	1, 3
	MN2	HB1			Hisex Brown	76 ♂ 11 ♀	14	
	MN1	HB2	2/10/01		Hisex Brown	150 ♂ 10 ♀	8	1, 3
	MN2	AR2			Ampurdanesa Roja	150 ♂ 10 ♀	8	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la puesta

Los datos obtenidos sobre la puesta de los diferentes lotes de gallinas estudiados se presentan en las Figuras 1 a 4, expresados como puesta unitaria media para cada semana de vida.

Respecto a los resultados obtenidos en la Granja La Peira (Figura 4), se ha de indicar que no se ha suministrado iluminación artificial, hecho que se ha sumado a que el lote CN1 alcanzó la edad de inicio de puesta a finales de otoño, para provocar un importante retraso en el arranque de la puesta de dicho lote.

En todos los casos la puesta ha mostrado una marcada irregularidad, debido en buena medida a los cambios ambientales, especialmente los climáticos. También se ha visto muy influenciada por las variaciones en la composición del pienso, especialmente cuando se ha eliminado la torta de soja, siendo en general más susceptibles las razas híbridas que las autóctonas.

La puesta de las razas híbridas ha sido superior a la de las razas autóctonas, tanto al comparar la media general como al comparar los lotes de una misma granja, aunque las diferencias con el potencial genético expresado en producción convencional ha sido mucho mayor también en las razas híbridas.

En la Figura 5 se presentan las puestas acumuladas por animal a diferentes edades comprendidas entre las 34 y 72 semanas, en la que se puede observar las diferencias anteriormente mencionadas.

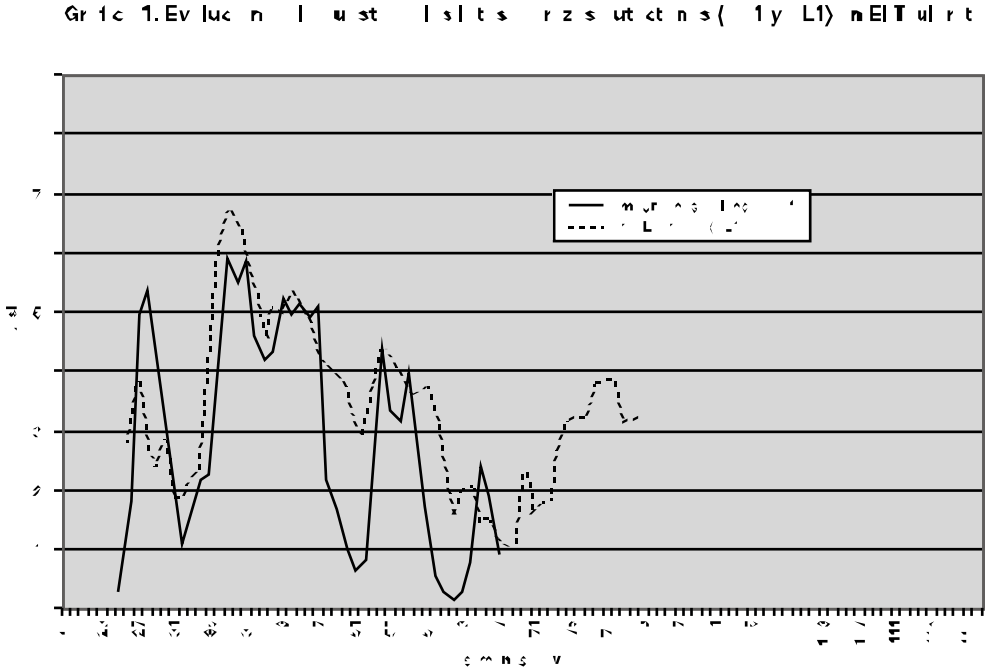


Figura 1. *Evolución de la puesta de los lotes de razas autóctonas (AB1 y PL1) en El Teularet*

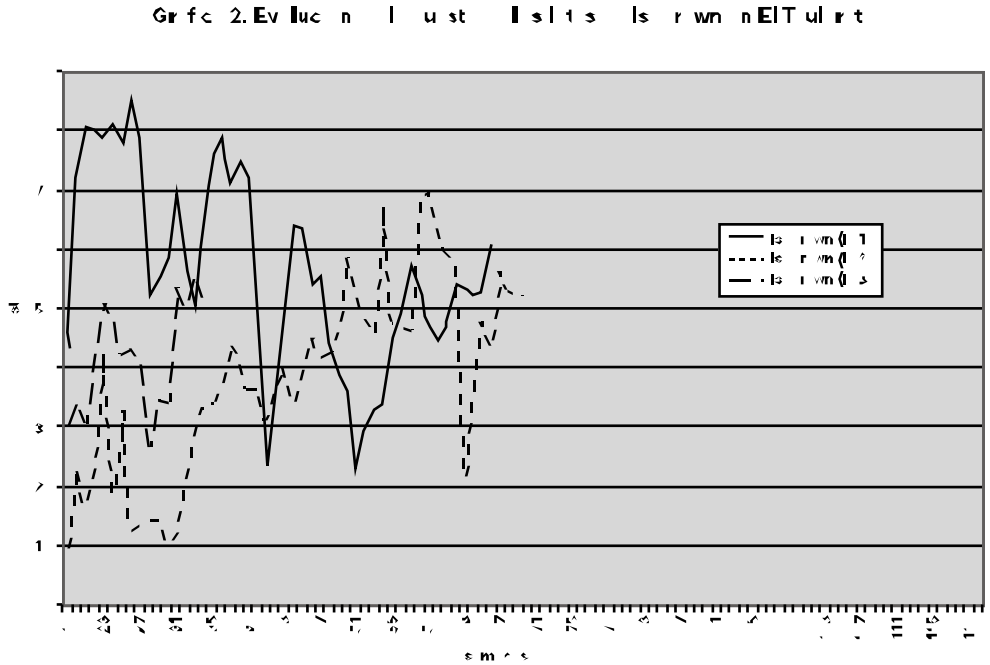


Figura 2. *Evolución de la puesta de los lotes de Isabrown en El Teularet*

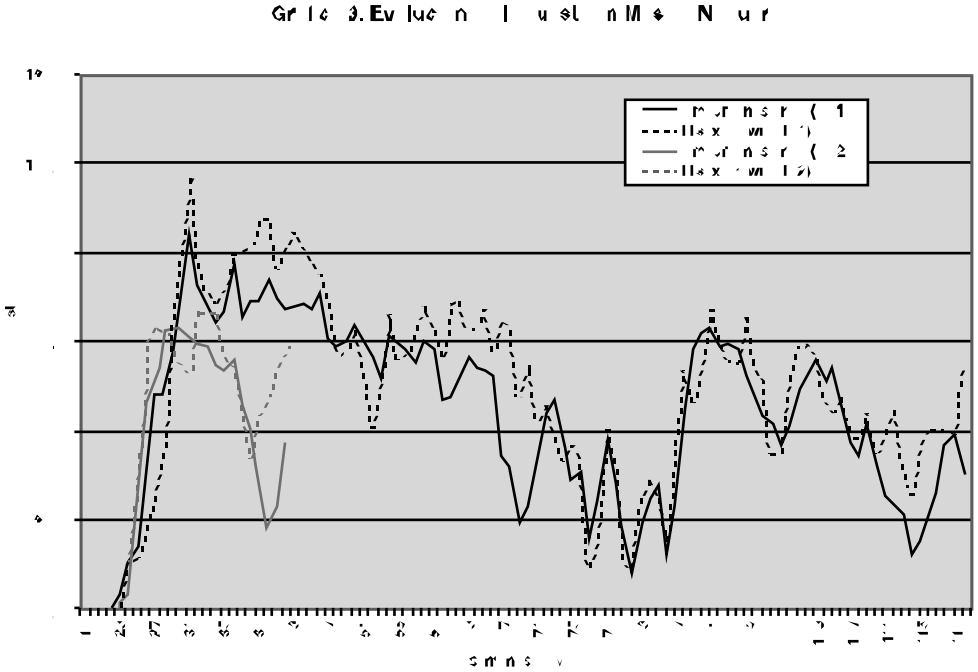


Figura 3. *Evolución de la puesta en Mas de Noguera*

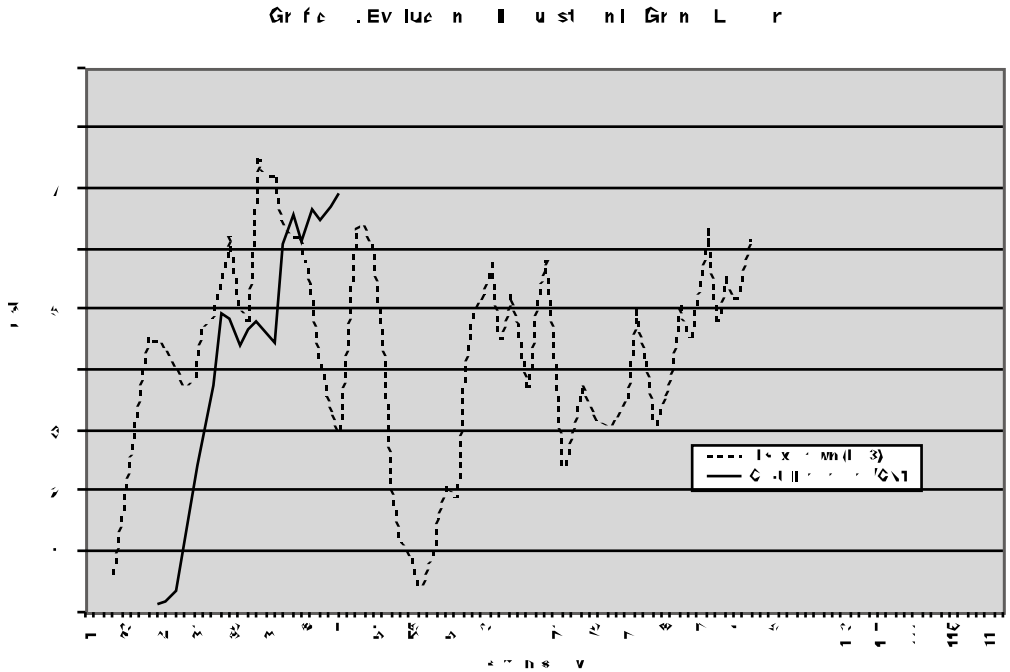


Figura 4. *Evolución de la puesta en la Granja La Peira*

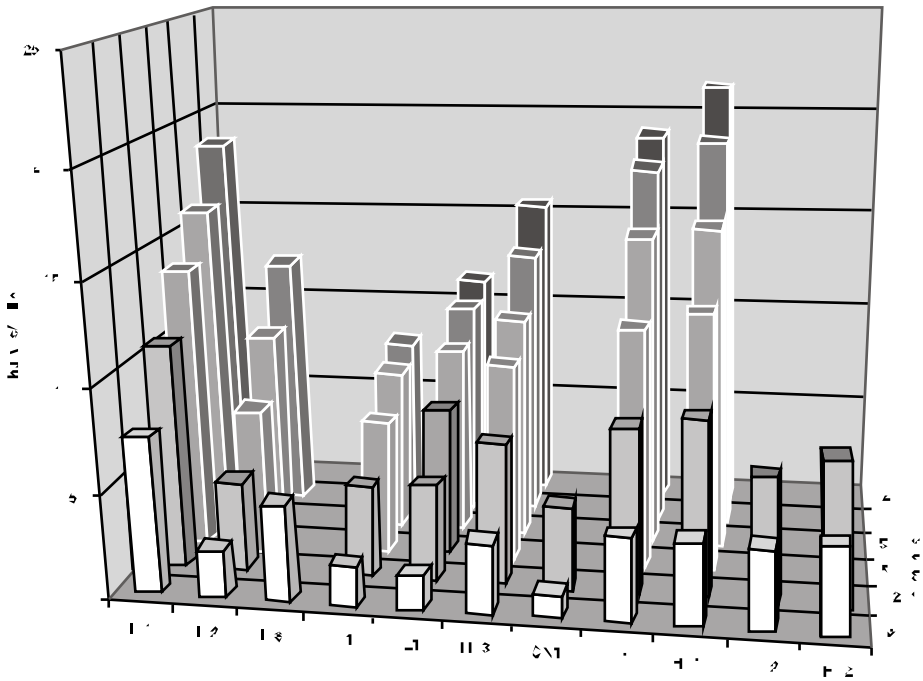


Figura 5. *Puesta acumulada por animal a diferentes edades de los distintos lotes*

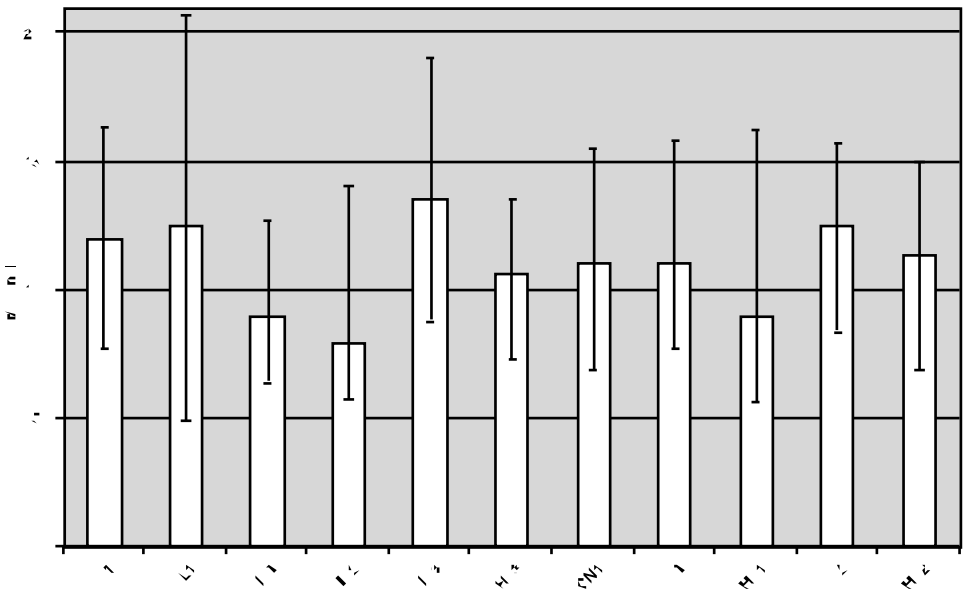


Figura 6. *Consumo de pienso medio del período de estudio y máximo y mínimo de las medias mensuales*

Consumo de pienso

Resulta complejo comparar el consumo de pienso, pues éste depende de diversos factores como la edad de los animales, época del año y su valor nutritivo, los cuales no han sido iguales para todos los lotes. Sin embargo, con las limitaciones indicadas, puede indicarse que los animales de razas autóctonas han tenido un consumo de pienso superior al de los pertenecientes a razas híbridas (Figura 6).

Los valores medios de consumo de pienso durante los períodos de realización de la experiencia se han situado entre los 79 y 135 gramos por animales y día para los de razas híbridas y entre 110 y 125 gramos para los de razas autóctonas. En los lotes en que se han criado simultáneamente animales híbridos y autóctonos de igual edad y en idénticas condiciones (AR1 con HB1 y AR2 con HB2), esta diferencia de consumos ha resultado evidente en todos los períodos, con incrementos comprendidos entre el 11 y 22%.

Las fórmulas administradas en un principio contaban con guisantes y torta de soja convencional como fuente de proteína (PL1, AB1, IB1, AR1, HB1) y la puesta alcanzó los niveles esperados. Debido a la prohibición de utilizar ingredientes transgénicos y la imposibilidad de garantizar que la torta convencional no era de estas características se optó en los lotes citados por sustituirla por otros ingredientes, mientras que en los lotes AR2 y HB2 se ha suministrado torta de soja de producción ecológica. Con la sustitución de la torta de soja por otros ingredientes, como guisantes, veza y torta de girasol, se ha alcanzado el nivel de proteína deseado (17%), pero no la composición en aminoácidos, entre los cuales ha resultado especialmente deficiente en metionina.

Los principales ingredientes que se han utilizado en la composición de la ración ha sido cebada, avena, triticale, trigo, maíz, guisante, veza, torta de girasol y torta de soja, junto con complementos minerales.

Calibre de los huevos

En cuatro de los lotes estudiados se ha realizado un seguimiento continuo del peso de los huevos, en CN1 y HB3 mediante el pesado diario del total de la puesta y en AR1 y HB1 mediante el pesado mensual de cada uno de los huevos de una muestra representativa del conjunto de la puesta. En general se ha observado que la puesta de la raza autóctona es de mayor peso que la correspondiente a la raza híbrida (Figuras 7 y 8), lo que se traduce en una mayor proporción de huevos de las categorías grandes y extragrandes y menor de las categorías pequeños y medianos (Tabla II). Así mismo, se ha observado una mayor precocidad de las razas autóctonas en alcanzar cierto calibre.

Tabla II. Distribución de la puesta por categorías en los lotes AR1 y HB1

Categoría (calibre)		Pequeños (< 53 g)	Medianos (53-63 g)	Grandes (63-73 g)	Extragrandes (> 73 g)
Hasta las 72 semanas	Ampurdanesa (AR1)	0,6 %	49,1 %	44,7 %	5,6 %
	Hisex (HB1)	11,7 %	66,6 %	20,3 %	1,4 %
Hasta las 120 semanas	Ampurdanesa (AR1)	0,6 %	44,3 %	48,3 %	6,9 %
	Hisex (HB1)	9,0 %	60,2 %	26,1 %	4,7 %

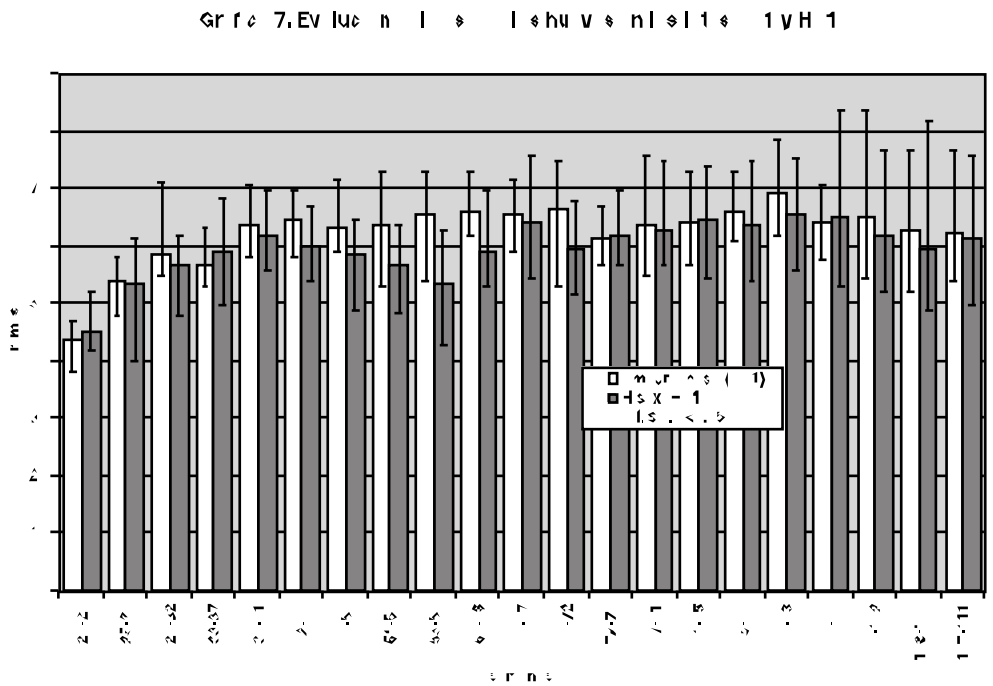


Figura 7. *Evolución del peso de los huevos en los lotes AR1 y HB1*

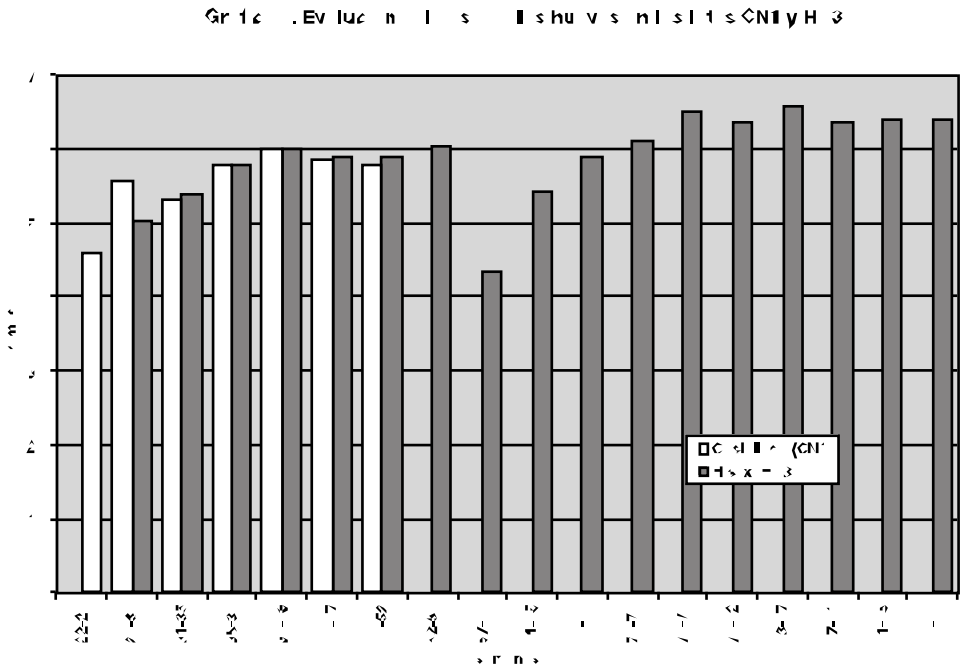


Gráfico 8. *Evolución del peso de los huevos en los lotes CN1 y HB3*

Otras observaciones

Es de señalar que si bien se ha podido observar una mayor resistencia a las enfermedades en las razas autóctonas, los problemas sanitarios observados han sido muy escasos y, por otra parte, la mayor causa de mortalidad se ha debido al picaje entre los propios animales, alcanzando el canibalismo, aspecto en el que las razas autóctonas han mostrado mayor grado de agresividad. Dicho problema de picaje ha sido el más importante que se ha presentado en el conjunto de las experiencias, resultando especialmente grave en los lotes PL1, AB1, AR1 y AR2 y durante el segundo año de puesta de HB1.

CONCLUSIONES

Las razas autóctonas de gallinas estudiadas presentan en manejo ecológico peores aptitudes productivas que las razas híbridas, debido a unos niveles menores de puesta y un mayor consumo de pienso. Aquellos aspectos en los que estas razas presentan mejores cualidades, como el calibre de los huevos o la rusticidad, no permiten decantar la valoración hacia ellas.

No obstante, teniendo en cuenta el abandono de estas razas en cuanto a selección de sus aptitudes productivas, algunas de ellas, como la Ampurdanes Roja y la Castellana Negra, presentan un potencial suficiente para justificar la conveniencia de un adecuado trabajo de selección que podría situarlas a niveles competitivos frente a las razas híbridas. Esta selección debería enfocarse principalmente hacia tres objetivos: mejora de la puesta, reducción del consumo de pienso y reducción de la tendencia al canibalismo.

Por otra parte, la marcada dependencia de las razas híbridas a piensos con un elevado contenido en proteína, para lo cual no hemos encontrado alternativas a la torta de soja, abre a las razas autóctonas otra posible vía de interés en la producción de huevos en sistemas con menor dependencia de este insumo. Queda pendiente comprobar si la reducción de costes que permitirá el uso de piensos con menor calidad proteica compensará la menor producción.

Respecto al tercer objetivo, los resultados obtenidos hasta el momento indican que, en términos económicos, resulta más adecuado realizar la reposición alrededor del año de puesta (72 semanas de vida para la Hisex Brown y 66 semanas para la Ampurdanesa Roja), aunque estos resultados no se pueden considerar concluyentes.

BIBLIOGRAFÍA

RODRÍGUEZ ALCAIDE, J.J., A. GARCÍA MARTÍNEZ, L. PARDO SEMPERE (1998). Archivos de zootecnia, 47 (178-179): 363-369.

Primera experiencia en cunicultura ecológica en la Comunidad Valenciana

V. García-Menacho Osset, P. Rivas Cerveró[1]

[1] Estación Experimental Agraria de Carcaixent de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación en la Masía d'Agricultura i Ramaderia Ecològica «El Teularet».

RESUMEN

Se detallan los datos preliminares obtenidos en un estudio sobre la viabilidad técnica de la producción cunícola ecológica, realizado en la «Masia d'Agricultura i ramaderia ecológica» *El Teularet*. La raza sobre la cual se efectúa la experiencia es una de las líneas seleccionadas por la Universidad Politécnica de Valencia, de elevada prolificidad. Hasta el momento, los resultados reproductivos han sido altos, tal como se esperaba de la raza estudiada. Destaca la baja tasa de reposición de las hembras reproductoras (lo cual significa una tendencia a alargar su vida reproductiva), que parece mejorar la del manejo convencional. La alimentación ecológica, constituida a base de grano entero de cereales y alfalfa henificada como forraje, racionada *ad libitum*, también funciona adecuadamente. A falta de completar la experiencia durante al menos otro año, el manejo ecológico, en cuanto a la reproducción y a la alimentación, resulta técnicamente viable.

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2001 se inicia la experiencia en cunicultura ecológica en la explotación colaboradora «El Teularet», siguiendo las pautas de la reciente norma elaborada por Vicente García-Menacho Osset, discutida y aprobada por todas las Comunidades Autónomas en una reunión en el M.A.P.A, junto con la Jefatura del Servicio de Agricultura Ecológica del mismo.

La construcción de la nave finalizó en septiembre del 2000 y se terminó de acondicionar (bebederos, comederos…) hasta la entrada de los animales en diciembre del mismo año, con lo que la experiencia propiamente dicha comienza en enero de 2001.

El objetivo que ha puesto en marcha la experiencia es el de realizar un estudio previo de la cunicultura según la norma ecológica. Dicha norma es muy reciente y ésta será la primera experiencia que hay en España para ponerla en práctica.

INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

Contamos para la experiencia con 2 naves, una de maternidad y otra de cebo.

La nave de maternidad cuenta con 20 cubículos para madres reproductoras. Como se necesita un macho para cada 10 hembras hay 3 cubículos para machos (los dos necesarios y uno de reposición).

Según el número de hembras se calcula el número de cubículos necesarios para la nave de cebo. Teniendo en cuenta que según la norma y las medidas de los cubículos, los lotes de gazapos serán de 10 : 20 hembras → 2 partos/semana → 20 gazapos destetados/semana → 2 cubículos de cebo/semana x 8 semanas que dura el cebo = 16 cubículos para la nave de cebo.

En cuanto al espacio, tanto las hembras como los gazapos de engorde se crían en el suelo, sobre viruta, en cubículos de 2 m de largo por 1 m de ancho, según la norma.

El mobiliario interior de cada uno de estos cubículos cuenta con una tolva para el grano, un rastrillo forrajero para el heno y un bebedero de nivel constante con boya. Los cubículos de las madres tienen además un nidal de obra al fondo. En un principio se diseñó la nave con un modelo de nidal de chapa galvanizada en forma de zapato. Este tipo de nidal planteó dos problemas, por una parte no era aceptado por las hembras con lo que parían en el suelo. Por otra, al estar el nido colocado en el suelo, las conejas lo llenaban de viruta y los gazapos se asfixiaban. La mortalidad con este tipo de nidos desde el parto al destete llegó a ser alta en comparación con los nidos de obra. Como consecuencia de esto se experimentó con la mitad de nidos de obra y la otra con nidos de jaula convencional, colocados en la malla de la puerta del cubículo. Pudimos comprobar que de los tres tipos de nidales, el que mejor funcionaba era el de obra, con lo que se desecharon todos los demás y se hicieron todos de obra.

Como los animales deben disponer de zona al aire libre según la norma pero tenerlos en parques complicaría mucho el manejo, uno de los laterales de la nave está completamente abierto al exterior y recubierto con una malla para evitar la entrada de alimañas.

TIPO DE ANIMALES

Dichos animales proceden de la Unidad de Mejora Genética de la Universidad Politécnica de Valencia.

Las hembras proceden del cruce de dos líneas V y A, prolíficas y más rústicas que las líneas puras. Las hembras cruzadas muestran, en general, mejores condiciones de adaptación y rusticidad que las líneas que intervienen en su producción. Por otra parte las líneas A y V están siendo seleccionadas por tamaño de camada al destete en la granja del Departamento de Ciencia Animal desde 1976 y 1981 respectivamente. Las líneas, desde su fundación, no han recibido incorporación de animales del exterior y las condiciones de la granja de cría reflejaban ampliamente las peculiaridades del clima local. Lo anterior significa que estos animales deben estar razonablemente adaptados a nuestras condiciones climáticas, como, por otra parte es sustentado por el elevado número de cunicultores valencianos que crían este tipo de animales en granjas técnicamente sencillas.

Los machos pertenecen a la línea R, elevada velocidad de crecimiento y capacidad de ingestión de alimentos.

La descendencia de las hembras A x V con machos R, debe ir toda ella a venta para carne. No se debe hacer autorreposición de hembras de este cruzamiento, pues ello conduciría a un aumento excesivo del formato y en un plazo más o menos breve a un deterioro de la capacidad reproductiva debido a la influencia de los genes de la línea R.

SISTEMA DE CRIANZA

Reproducción

Está enfocada a la producción de came, tratándose además de una especie muy prolífica.

Los principales parámetros reproductivos vienen recogidos en la Tabla I.

Las conejas entran en reproducción alrededor de los 5 meses de vida y cada ciclo durará de una monta a otra. La monta se realiza a partir del destete (asegurándose previamente el que la hembra está receptiva) y a los 10 días se realiza la palpación. Una semana antes de la fecha en la que se prevé el parto, se le prepara el nidal.

Después del parto, los gazapos tienen una lactación de 30-35 días y aproximadamente hacia los 21 días comienzan a salir del nido para tomar alimento sólido y agua. Transcurrido dicho tiempo se realiza el destete.

Los gazapos pasan a la nave de cebo en lotes de 10 (dentro de un mismo lote todos los gazapos son de la misma edad, aunque sean de madres diferentes). El cebo dura 2 meses, de manera que los conejos llegan al sacrificio con un mínimo de 90 días de edad (según marca la norma).

Con estos intervalos de tiempo, cada hembra tendrá al año 5 partos y un intervalo entre partos de 65 días.

La tasa de reposición anual es de alrededor de un 10%, con lo que bastará con disponer de 3 hembras de reposición. Como ya se ha indicado anteriormente no cabe la autorreposición.

Tabla I. Resumen de los principales parámetros reproductivos en cunicultura convencional y cunicultura ecológica

	CONVENCIONAL	ECOLÓGICO
Monta	7-14-21… días	Post-destete (30-35 días)
Palpación	7-10 días de la monta	10 días de la monta
Gestación	30 días	30 días
Lactación	28-30 días	30-35 días
Intervalo entre partos	Alrededor de 42 días	65 días
Cebo	28-30 días	60 días
Sacrificio	52-60 días de edad	A partir de los 90 días de edad
Tasa de reposición	80-120%	10%
Nº ciclos/hembra/año	7	5

Alimentación

Uno de los puntos más importantes de la experiencia es sin duda la alimentación, ya que debe cumplir la norma ecológica.

Dadas las dimensiones de la explotación no sería rentable una granuladora por lo que hay que suministrar los cereales sin moler en la tolva, ya que el grano molido caería a través de los orificios que tiene la tolva para evacuar el polvo y además correríamos el riesgo de tener problemas respiratorios.

Por otra parte, existe una estrecha relación entre los niveles de proteína y fibra con la presencia o ausencia de diarreas. Los niveles de proteína en alimentación convencional son más altos que los de fibra para forzar la producción de leche de las madres y el engorde de los gazapos, por lo que se da un alto riesgo de diarreas que se palian con tratamientos de antibióticos y sulfamidas en los piensos, tratamientos no autorizados en ganadería ecológica.

Es importante entonces a la hora de calcular la fórmula alimenticia tener en cuenta no sólo las necesidades en cunicultura convencional, pues de momento no hay datos de producción ecológica, sino también conseguir un nivel de fibra más alto que el de proteína para alcanzar una normalidad digestiva.

Otro problema radica en que la alimentación no es granulada y se ofrecen los granos en su forma natural, con lo que el conejo puede elegir lo que ingiere y desequilibrar la ración que inicialmente sí estaba equilibrada.

Actualmente, el plan de alimentación es el que se muestra en la Tabla II.

Tabla II. Plan de alimentación en cunicultura ecológica en «El Teularet»

RACIÓN ALIMENTICIA	HEMBRAS GESTANTES Y MACHOS 1ª-3ª sem	HEMBRAS LACTANTES	HEMBRAS LACTANTES 4ª sem	CEBO
Alimentos	%	%	%	%
Heno	65	65	65	75
Cereales	10	10	10	0
Leguminosas	20	20	20	20
Complemento mineral	5	5	5	5
CANTIDAD DIARIA	**150 g**	**300 g**	**600 g**	**760 g**
PB (%)	14,6	14,6	14,6	15
FB (%)	17,7	17,7	17,7	19,6
ED (Kcal/Kg)	2200	2200	2200	2000
Almidón (%)	**13,7**	**13,7**	**13,7**	**8,6**

Sanidad animal

En cuanto a los tratamientos empleados, la norma de producción ecológica no permite la utilización de antibióticos ni medicamentos de síntesis, sólo las vacunas de Mixomatosis y Hemorrágica Vírica están autorizadas por ser imprescindibles para la cunicultura.

La limpieza es fundamental en este tipo de producción en el suelo, tanto de los cubículos como de nidales, comederos y bebederos para evitar problemas de coccidio, que no se pueden tratar con medicamentos de síntesis química según la norma. Los cubículos de las hembras reproductoras y de los gazapos en cebo son desinfectados periódicamente. Se retira la cama, se vacía el nido, se quema todo con un soplete (ya que el coccidio sólo se elimina a más de 100 ºC), se limpia con lejía (producto autorizado en ganadería ecológica para la desinfección de locales), se seca con fosfato (ya que el coccidio en ambiente de humedad se reproduce rápidamente) y se pone viruta nueva.

CONTROL AGRONÓMICO DE LA EXPERIENCIA

Para realizar el estudio se han evaluado los siguientes parámetros:

- Peso de las hembras a la monta.
- Control de la fecha de la monta.
- Control del macho que realiza la monta.
- Control de palpación a los 10-15 días.
- Control del tamaño de camada.
- Control de adopciones.
- Peso de la camada a los 28 días.
- Peso de la camada al destete.
- Peso del conjunto de gazapos que inician el cebo en un recinto.
- Peso del conjunto anterior a los 30 días de iniciado el cebo y al final del mismo.
- Control de la mortalidad en cebo (fecha y peso).
- Control del consumo de los distintos componentes de la ración (forraje y grano) por recinto de cebo. Al inicio del cebo, a los 28 días y al final del mismo.
- Control del consumo por hembra y ciclo reproductivo (de una monta a otra).
- Control del peso de las hembras a los 28 días del parto y al destete.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos de dichos parámetros es pronto para sacar conclusiones, ya que estos animales deben ser evaluados reproductivamente y en cebo durante 2 años como mínimo para poder valorar esta producción, ya que no hay otros datos para poder comparar.

Actualmente tenemos datos de cinco ciclos reproductivos de los que hemos elaborado ya unos cuadros en los que se comparan con los de producción convencional (Tablas III, IV, V y VI).

A la vista de estos resultados, podemos decir que la nave de maternidad funciona correctamente a excepción de las bajas en gazapos entre el nacimiento y el destete que en general es alta, aunque la cantidad de gazapos destetados por hembra es aceptable ya que las hembras reproductoras se comportan muy bien y los partos son muy numerosos.

Los problemas aparecen en cebo, pues es en esta etapa en la que hay un porcentaje de bajas excesivo. Este problema apareció en el segundo ciclo y estamos tratando de solventarlo.

BIBLIOGRAFÍA

V. GARCÍA-MENACHO OSSET, P. RIVAS CERVERÓ (2002). *Apuntes de Treball* nº 2, 2002 Valencia.
V. GARCÍA-MENACHO OSSET, P. RIVAS CERVERÓ (2002). «Cunicultura Ecológica», *Lagomorpha* nº 120, 2002 Valencia.

Tabla III. Datos obtenidos de la nave de maternidad

		CONVEN-CIONAL	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5
Media del nº de gazapos	Parto	9.5	10.2	11.2	10.7	9.4	10.3
	Destete	9.3	6.8	8.5	8.4	7.7	8.2
Nº total de gazapos destetados		–	127	153	168	105	146
Mortalidad gazapos (%)	Parto	8,8	1	3	0	0	6
	Destete	5,5	33	25	22	20	14
	Cebo	5	23	46	54	71	44
Reposición anual de las reproductoras (%)		120			16		
Peso medio (gr)	Monta	–	3792	3976	4094	4112	4179
	A los 21 días	–	3932	3992	4271	4251	4252
	Destete	–	3823	4039	4111	4061	3996
Peso medio gazapos (gr) A los 21 y 28 días	Por camada	–	1953	2994	3244	3146	3293
	Por gazapo	–	278	370,7	352,3	416,7	388
Peso medio gazapos (gr) Al destete	Por camada	–	3679	5001	4515	5085	5633
	Por gazapo	–	507,4	608,3	524,2	687,6	667,3
Aceptación de montas (%)		78	100	95	100	80	95
Intervalo entre partos (días)		41	67	67	67	67	67

Tabla IV. Datos obtenidos de la nave de cebo

Peso medio gazapos en cebo (gr)	Por recinto	Inicio	–	4361	5499	4478	5254	6145
		30 días	–	10336	11113	7195	6744	12622
		Final	–	14963	14211	8977	6013	12580
	Por gazapo	Inicio	–	523	599	485	626	674
		30 días	–	1389	1544	1153	1318	1681
		Final	–	2316	2486	2092	2009	2440
Duración del cebo (días)			25-30	60	60	60	60	60

Tabla V. Datos obtenidos al sacrificio de los gazapos

Peso medio al sacrificio (gr)	2091	2620	2410	2110	2560	2570
		2740	3080	1990	2500	2730
Rendimiento medio a la canal	57-59	59,85	53,54	53,89	56,08	59,64
		59,38	53,43	51,44	54,37	58,01
IC (Kg pienso/Kg carne)		3,37	3,4	4,43	6,5	3,2

Tabla VI. Datos obtenidos sobre el consumo de alimento

		CICLO 1		CICLO 2		CICLO 3		CICLO 4		CICLO 5	
		Grano	**Heno**	**Grano**	**Heno**	**Grano**	**Heno**	**Grano**	**Heno**	**Grano**	**Heno**
Consumo medio/ (gr)	Total	9916	6098	14059	9596	11481	8487	Rac	9500	Rac	9400
	Diario	157	97	207	141	182	135	Rac	151	Rac	149
Consumo medio/cubículo en cebo (gr)	Total	32540	17944	30491	17828	16734	23036	15228	23558	38786	40070
	Diario	542	299	508	297	279	384	254	393	646	668

*Nota: los datos de producción convencional se han obtenido de una explotación en la que se crían los mismos animales. En ella no se han obtenido todos los datos ya que no se realizan los mismos controles.

Control de la varroa con timol. Hacia el control integral y el manejo agroecológico

J.A. RUIZ, MªI GUTIÉRREZ, J.M.RUZ, J.M. FLORES, F. PUERTA, F. CAMPANO[1]

[1] Centro Andaluz de Apicultura Ecológica. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba (España)

RESUMEN

Se pretende responder a algunas preguntas que, sobre el uso del timol contra la varroa, tienen numerosos apicultores y técnicos apícolas. ¿Es realmente útil? ¿Es fácil su empleo? ¿Qué dificultades entraña? ¿De qué forma o en qué condiciones puedo usarlo?

Se presentan las principales conclusiones prácticas después de seis años de investigación y más de una veintena de ensayos en colmenares comerciales. Entre ellas, destaca que:

1) El timol es útil si se usa como una herramienta más, dentro de un control o estrategia integral, con otros tipos de tratamientos y medidas de manejo.
2) Las condiciones de las colmenas tratadas son tan importantes como la propia sustancia utilizada. Colonias fuertes, con reinas de edad controlada (no más de 2 años) y grados de parasitación no elevados son fundamentales, junto a condiciones ambientales adecuadas y tratamientos coordinados con apicultores de la zona.
3) Es necesario cierto aprendizaje para su uso. Conviene tener prudencia, asistir a cursos prácticos y dejarse asesorar por personas con experiencia en este tipo de tratamientos.

En suma, se propone un manejo agroecológico, donde el control del ácaro depende de un conjunto de factores o causas dinámicas que actúan interrelacionándose entre sí. Por eso, los distintos sistemas de producción apícola deben de seleccionar y adaptar los diferentes tratamientos o pautas de control de acuerdo a su realidad (condiciones ecológicas y socio-económicas).

Palabras clave: Apis mellifera, varroosis, tratamiento alternativo, control integral, agroecología.

INTRODUCCIÓN

Los tratamientos convencionales contra *Varroa destructor*, consistentes habitualmente en el empleo sistemático de un solo producto de naturaleza química, han ocasionado desde la aparición de esta enfermedad en *Apis mellifera* los consabidos problemas de resistencias (COLOMBO y col., 1994; MILANI, 1999) y residuos (BOGDANOV y col., 1998; WALLNER, 1999).

Para intentar solventar estas dificultades se han investigado desde hace años diferentes tratamientos alternativos en base a sustancias de origen natural (COLIN, 1990; FLORES y col., 2000). El timol es una de las sustancias más estudiadas y que mejores resultados han dado hasta la fecha, motivo por el cual se ha creado a su alrededor gran expectación y mucha esperanza (CHIESA, 1991; IMDORF y col., 1999).

Sin embargo, hemos de advertir que si bien es verdad que, en comparación con los tratamientos químicos convencionales, el timol tiene las ventajas de ser más económico, no dejar residuos peligrosos y no haberse descrito resistencias, también tiene los inconvenientes de no tener eficacias tan altas y regulares y la de requerir, por tanto, una mayor observación y seguimiento (FRIES, 1997; THOMAS, 1997).

No obstante, para ayudar a alcanzar el éxito deseado a quienes quieran iniciarse en el empleo de timol vamos a desarrollar a través de este artículo dos ideas fundamentales:

1. Como el timol es un arma delicada, tenemos que conocerlo bien para usarlo lo mejor posible. En este sentido es necesario tener en cuenta una serie de RECOMENDACIONES Y PAUTAS DE ADMINISTRACIÓN para un uso adecuado del mismo.
2. Como no hay superfómula o receta mágica, o dicho de otra manera el control de la varroa no es sólo cuestión de tratamientos, hay que dirigir la mirada más allá del timol y de cualquier otro acaricida y caminar HACIA EL CONTROL INTEGRAL Y EL MANEJO AGROECOLÓGICO.

RECOMENDACIONES Y PAUTAS DE ADMINISTRACIÓN

En el prospecto de cualquier medicamento se dan a conocer los aspectos más inmediatos del preparado en cuanto a su composición, utilidad y forma de uso. Por eso en él se responden básicamente a 4 preguntas:

A) ¿Cómo actúa? (Mecanismo de acción).
B) ¿Cómo se usa? (Normas de uso).
C) ¿Cuándo se usa? (Indicaciones).
D) Advertencias (Precauciones y efectos secundarios).

¿Cómo actúa?

Si sabemos cómo actúa el timol podremos usarlo de una manera más efectiva y sacarle el máximo partido posible.

Efectivamente como opinan la mayoría de investigadores (IMDORF, 1999; VAN DICK, 2001), el vapor del timol mata a las varroas cuando se encuentra a unas concentraciones de 5-6µg/l de aire. Lo que ocurre es que el timol se evapora, en las fomas más habitualmente utilizadas hasta el momento, de manera muy irregular.

Así cuando la temperatura pasa de 20º a 35 ºC, la tensión de vapor del timol aumenta por 20, lo que significa que el timol se evaporará mucho y deprisa; en cambio si la temperatura es más baja de 20 ºC el timol se evaporará poco y lentamente. Además, cuando desciende por debajo de 18 ºC las abejas empiezan a hacer la bola invernal, lo que dificulta aún más la circulación del

poco vapor existente. Por tanto, en estos casos, el tratamiento de invierno (sin cría operculada) exige un mayor contacto de las abejas con el preparado para disgregar o distribuir el timol por toda la colmena y que éste ejerza su acción.

En resumen, dependiendo de las circunstancias ambientales y de la propia colmena, el timol actúa con una combinación de evaporación y contacto (Figura 1), tal y como sucede con un cubo de agua que en verano se evapora en pocos días, pero que no llega a evaporarse en invierno, a menos que lo rociemos.

De aquí podemos sacar dos conclusiones prácticas:

1) Cualquiera que sea el producto a base de timol que empleemos la colocación ideal es sobre los cabezales de los cuadros de la cámara de cría, siempre y cuando entre ellos exista el correspondiente paso de abeja.
2) Como las colmenas Layens tienen normalmente los cabezales de los cuadros juntos, la colocación de los preparados de timol conviene que se haga entre los cuadros, siendo las tiras, a nuestro juicio, el método de elección. Retirar un cuadro y espaciar los restantes no es la solución: se modifica el paso de abejas y las condiciones de termorregulación de la colonia, con grave perjuicio de la misma.

Figura 1. *Tira de cartón con timol parcialmente roída por las abejas para liberar a las colonias de su presencia*

¿Cómo se usa?

Composición

Cualquier producto comercial de los que solemos utilizar en el tratamiento de las colmenas, así como la mayoría de medicamentos, consta normalmente de tres componentes:

a) El principio o sustancia activa, en nuestro caso el timol, es el componente fundamental, responsable de la acción acaricida que se busca. No obstante, si el timol, tanto en cristal como en polvo, entra en contacto con las abejas sin ningún mediador pueden aparecer ciertos inconvenientes o efectos secundarios indeseables. Precisamente para evitar esto, se recomienda no usar el timol puro, sino acompañado siempre con algún tipo de excipiente y soporte.
b) El excipiente o vehículo es el componente que contiene y distribuye a la sustancia activa hasta el lugar y el momento que tiene que realizar su acción; con el timol se han usado diferentes tipos de geles, aceites, vaselinas, alcoholes… dependiendo del preparado comercial o artesanal empleado.
c) Finalmente, nos encontramos con un algún tipo de soporte, que sostiene a todo el preparado, permite su manipulación y la retirada de los restos una vez concluido el tratamiento. Recipientes de aluminio, vermiculita o esponja de floristería, bandejas de plástico, cartón, distintos paños absorbentes, madera…, son algunos de los soportes más utilizados. Según las circunstancias y tipos de colmenas puede ser más interesante usar un tipo u otro.

Lo ideal es usar un producto comercial pero, cuando esto no es posible, puede hacerse algún preparado (Figura 2), como el que explicamos a continuación, fruto de los diversos ensayos y experiencias que hemos venido realizando tanto en el laboratorio como en condiciones de campo.

Para su preparación hemos preferido usar como excipiente o vehículo el aceite de oliva (MERCK, 1996), porque permite una fabricación más homogénea y es, además, más accesible y económico que la vaselina. Además, tanto la vaselina como el aceite, tienen un cierto efecto acaricida, físico o mecánico, al tapar los espiráculos de la Varroa y distorsionar o dificultar la relación parásito-hospedador (HIGES, 2001).

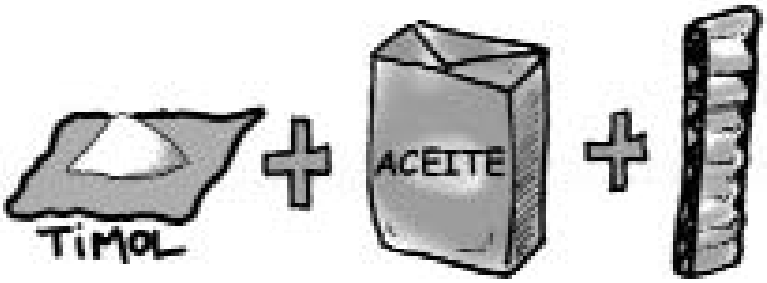


Figura 2. *Ingredientes del preparado artesanal para colmenas Layens (timol, aceite y tiras de cartón)*

En cuanto al soporte para las colmenas Layens hemos usado tiras de cartón de 30 cm de largo por 4 cm de ancho y 0,4 cm de grosor, con un solo canuto ondulado dispuesto de forma transversal. Aconsejamos la compra de tiras de cartón troqueladas (ya cortadas), pues, además de ahorrar tiempo, tendremos la seguridad de estar utilizando un material homogéneo que siempre absorbe la misma cantidad. Para las colmenas verticales (Dadant y Langstroth) puede emplearse esponja de floristería cortada en secciones de 9 x 5 x 0,8 cm (FLORES y col., 2000).

Preparación

Para las colmenas Layens la proporción recomendada es de 1 g de aceite por cada 2,5 g de timol puro (99,9%) o lo que es lo mismo 1 kg de aceite y 2,5 kg de timol. Con esta cantidad podremos fabricar aproximadamente 625 tiras.

En primer lugar, tal y como puede apreciarse en la Figura 3, se calienta el aceite hasta 65 ºC y luego se añade el timol, removiéndolo hasta disolverlo totalmente. A continuación se enfría la mezcla hasta 40-45 ºC aproximadamente y se sumergen las tiras de cartón en el preparado durante varios minutos. Cuando están totalmente impregnadas, se sacan y se dejan escurrir sobre una rejilla y se pesan si es posible para comprobar que han cogido la dosis deseada: 5,6 g por tira (4 g de timol y 1,6 g de aceite). Por último, las tiras de cartón se guardan en un envase hermético y oscuro y en un lugar fresco (preferiblemente frigorífico o congelador).

Para las colmenas verticales la proporción recomendada es de 1,5 g de aceite por cada 1 g de timol puro (99,9%) o lo que es lo mismo 1,5 kg de aceite y 1 kg de timol. Con esta cantidad podremos fabricar aproximadamente 125 esponjas, que absorberán aproximadamente 20 g cada una (8 g de timol y 12 g de aceite). El proceso de fabricación es el mismo que en el de las tiras de cartón.

El control de la temperatura durante la fabricación es de suma importancia para una dosificación correcta de los preparados y para evitar posibles efectos nocivos en los operarios.

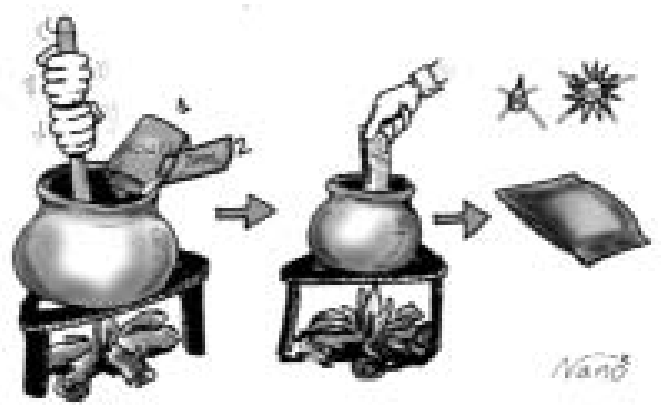


Figura 3. *Fabricación del preparado para colmenas Layens*

Dosis máxima

La dosis máxima que recomendamos es 2 tiras para colmenas Layens y 1 esponja para colmenas verticales (8 g de timol en total) con un mínimo de 8 cuadros de abejas, en primavera. Con un intervalo de 8-12 días se repite el tratamiento. Excepcionalmente podría darse un tercer tratamiento.

La dosis debe adaptarse a cada caso (explotación, tipo de colmena, fortaleza de la colonia, edad de las reinas…) y a las condiciones ambientales existentes. En este sentido, las tiras y las esponjas pueden cortarse o partirse por la mitad para ajustar mejor la dosificación a esas condiciones.

Hay que tener en cuenta que al igual que en la producción de miel la colonia sigue una progresión geométrica, no aritmética, del mismo modo evoluciona su tolerancia al tratamiento con timol. Es decir, si para una colonia de 8 cuadros de abejas se habla de un tratamiento con 8 g de timol, para una de 6 cuadros de abejas no conviene dar más de 4 g. La dosis de 1 g de timol por cuadro de abejas sólo es válida para colonias fuertes por encima de 8 cuadros de abejas.

Colocación

Las dos tiras se insertan en los extremos del nido entre los últimos cuadros de cría; una de ellas próxima a la piquera y otra más retrasada (Figura 4). En el segundo tratamiento se colocan en aspa respecto del primero. Conviene tener la precaución de que las tiras no queden aplastadas o aprisionadas entre panales demasiado gruesos o próximos, porque de ser así las abejas no podrían tener contacto con ellas.

La esponja de floristería se parte en dos mitades, que se colocan en la misma posición de las tiras pero sobre los cabezales de los cuadros.

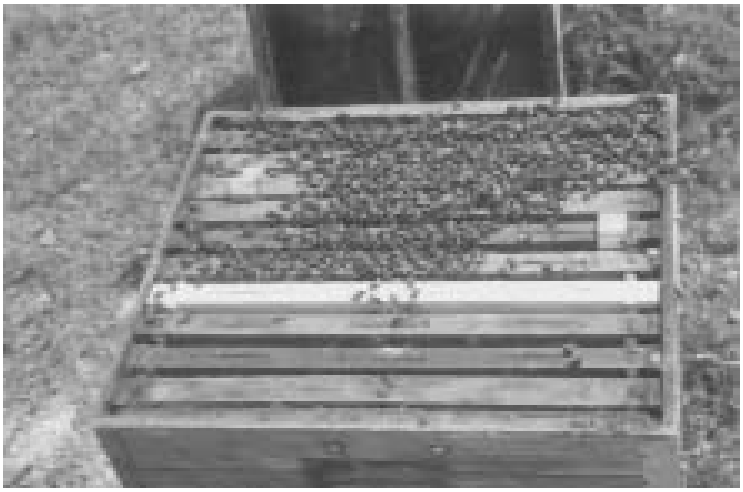


Figura 4. *Colocación de las tiras de timol entre los cuadros extremos del nido de cría*

Precios

El costo aproximado del tratamiento completo (2 administraciones con 2 tiras o 1 esponja cada una) es de unas 75 pesetas (0,45 euros) comprando los materiales y sustancias al por mayor y sin tener en cuenta la mano de obra.

¿Cuándo se usa?

Según nuestra experiencia y la opinión de diversos autores, los distintos preparados de timol están indicados como tratamiento alternativo (amortiguador o de contención) en parasitaciones leves o moderadas de las distintas especies del ácaro *Varroa* (ANDERSON y TRUEMAN, 2000) en *Apis mellifera*, preferentemente dentro de un programa de control integral (MUTTINELLI, 1996; FRIES, 1997; y THOMAS, 1997).

El tratamiento con timol requiere unas condiciones ideales para tener la máxima efectividad con el mínimo menoscabo en la viabilidad de la colonia.

Dicho tratamiento puede suponer un cierto desgaste para la colonia. Por ese motivo, se prefieren colonias fuertes, con 8 cuadros de abejas, y reinas jóvenes, de edad controlada, con un máximo de 2 años (Figura 5). En algunos ensayos hemos visto, a través de testigos, cómo ciertas colonias no progresaban adecuadamente o incluso renovaban sus reinas sencillamente porque las reinas eran viejas y no había ningún control sobre su edad. No olvidemos que en cualquier otra ganadería el manejo, la alimentación y por supuesto la sanidad está en función de la edad.

Las temperaturas más adecuadas se sitúan entre 20-30 ºC, que en Andalucía corresponden a los meses de marzo-abril o septiembre-octubre (FLORES y col., 2000).

Por último, el grado de parasitación debe ser bajo o medio (Figura 6), sin llegar a una parasitación del 5-10% en abeja adulta, del 20% en cría operculada de obrera y a una caída natural mayor de 10 Varroas al día.

Figura 5. *Una colonia con reina de edad controlada es mucho más resistente a la varroa y a los tratamientos*

Figura 6. *Un alto grado de parasitación puede hacer inútil cualquier tratamiento*

Advertencias

Precauciones (antes del tratamiento)

Los posibles residuos de timol en miel no son peligrosos para la salud. De hecho el timol se incluye entre las sustancias que no están sujetas a un límite máximo de residuos (LMR), según el Anexo II del Reglamento 2.377/90 de la Unión Europea (MUTTINELLI, 2000).

En cambio, sí pueden devaluar la calidad de ciertas mieles cuando se supera el límite de 0,8-0,9 mg/kg (ppm), detectándose organolépticamente en mieles monoflorales de aroma y sabor suave y delicado, como la de azahar (Figura 7), o marcando y exacerbando aún más el de aquellas con un contenido natural de timol, como diferentes especies de labiadas (BOUSETA y COLIN, 1995; BOGDANOV y col., 1998).

Según nuestros ensayos estos problemas de calidad en miel se han presentado en colmenas Layens sin alzas y si se hace coincidir el tratamiento con la floración del momento.

La cera también acumula timol pero con procesos térmicos, como la fundición de los panales, el timol se va evaporando (BOGDANOV y col., 1998).

Unas ciertas medidas de protección son necesarias durante su manipulación, muy especialmente durante la elaboración de los preparados. Se recomienda el uso de gafas, mascarilla, guantes y ropa impermeable, pues aunque no existe LMR para el timol, es corrosivo o cáustico (produce quemaduras), irritante y tenemos constancia de problemas de alergias. En caso de entrar en contacto con él lavar abundantemente con agua (THOMAS, 1997).

Respecto al medio ambiente señalar que el timol es tóxico para organismos acuáticos y puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio acuático, puesto que no se disuelve en agua (MERCK, 1996).

Figura 7. *El uso inadecuado del timol puede alterar la calidad de ciertas mieles*

Efectos secundarios (después del tratamiento)

Tal y como muestra la Figura 8, lo que con más frecuencia ocurre es que se estimula el comportamiento higiénico de la colonia, lo que conlleva el desoperculado y extracción de cría, desplazándose el área de la misma (FLORES y col., 2000). En casos extremos de debilidad de la colonia o sobredosis, si la cría es abandonada sin ser limpiada o retirada, puede provocarse pollo escayolado y otras enfermedades de la cría.

Como consecuencia de lo anterior puede apreciarse un freno en el desarrollo o evolución de la colonia, con la disminución de la población.

En algunos casos se ha detectado la renovación de reinas (IMDORF y col., 1999). Parece ser que el contacto directo con la vaselina o aceites puede inducirla.

Durante el tratamiento, dependiendo de las condiciones en las que se desarrolle, las colonias pueden mostrar una agresividad mayor a la usual.

La sobredosis o la administración inadecuada en épocas de excesivo calor puede provocar la salida masiva de abejas por la piquera, en cuyo caso conviene suspender el tratamiento. La administración del timol en polvo es más proclive a esos efectos.

Finalmente, hay autores que describen casos de pillaje cuando dentro de un mismo colmenar se tratan solamente algunas colmenas en lugar de tratarse todas. Nosotros mismos hemos constatado casos de deriva si la distribución de las colmenas no es la adecuada (disposición en dos filas).

Figura 8. *El área de cría es desplazada del lugar que ocupan las tiras de timol*

HACIA EL CONTROL INTEGRAL Y EL MANEJO AGROECOLÓGICO

Más allá de una receta

Al hablar de control integral la principal idea que queremos transmitir es que no podemos creer a ciegas en las recetas, incluidas por supuesto las de timol, básicamente por tres motivos:

En primer lugar, porque no es cuestión sólo de recetas. En la sociedad actual está muy arraigada la idea de que la mejor manera de recuperar la salud es la de tomar un medicamento. Dicha idea se ha visto reforzada por los intereses económicos de laboratorios y casas comerciales, cuyo principal objetivo, naturalmente, es vender sus productos. Sin embargo, esta concepción es demasiado pobre cuando no falsa porque la salud es la suma de un conjunto de factores. Lo que no dicen los prospectos es que «un jugador no hace un equipo ni una herramienta hace al artesano». Por ejemplo, un diabético se controla el azúcar inyectándose insulina, pero además ha de someterse a cierta dieta y hacer ejercicio si quiere conservar una cierta calidad de vida.

En segundo lugar, porque no hay una única receta. La realidad apícola de nuestro estado es bien diversa. Tenemos apicultores profesionales y aficionados, con un número y tipo de colmenas diferente, que viven en regiones con condiciones climáticas tan distintas que las colonias en unas ocasiones tienen cría todo el año y en otras una parada invernal de hasta 6 meses. Ante esto dar una receta que sirva para todos, a base de timol o cualquier otra sustancia, es imposible.

Y en tercer lugar, porque no hay recetas mágicas. La realidad se ha impuesto y la experiencia nos ha mostrado, al menos en Andalucía, que pocas explotaciones profesionales aguantan ya con un solo tratamiento toda la campaña, debido a que no existen tratamientos químicos con eficacias próximas o superiores al 95% en cualquier circunstancia. Las condiciones ambientales y el manejo de nuestra explotación se revelan tan importantes como el producto o sustancia que se use, más aún si esa sustancia es el timol.

En este contexto, el concepto de lucha contra la Varroa ha sufrido una importante evolución en los últimos años. Se habla de control integral porque por un lado se pretende limitar la po-

blación del ácaro a un nivel tal que no menoscabe la viabilidad y rentabilidad de nuestra explotación apícola y, por otro, se necesita una visión más amplia, que contemple de manera integral y estratégica esos otros aspectos o factores que influyen. Hay que hablar, por tanto, de distintas «herramientas» (tratamientos, condiciones ambientales y manejo), que son complementarias, utilizadas en distintas situaciones (Figura 9).

Figura 9. *El timol es sólo una de las herramientas para el control de la varroa*

Rotación de tratamientos

En este sentido, para evitar el problema de las RESISTENCIAS se recomienda, como medida general, la *COMBINACIÓN O ROTACIÓN* de diferentes productos o sustancias, sean convencionales o alternativos, al objeto de alargar la vida útil de todos ellos.

En cuanto a los *tratamientos convencionales*, químicos normalmente, lo más importante además de la mencionada rotación, es *hacerlos bien*. En particular, la dosis que llevan los preparados, el tiempo que permanecen en el interior de las colmenas, el lugar donde se colocan y la frecuencia han de ser los adecuados. Asimismo conviene una elaboración homogénea de los tratamientos y un registro o diario de las actividades.

Respecto al empleo de productos o sustancias naturales, los denominados *tratamientos alternativos* están indicados tanto para evitar el problema de las resistencias, como en particular el de RESIDUOS, pues en épocas de mielada no es recomendable tratar con productos químicos. La cuestión del *aprendizaje*, mediante la realización de cursos prácticos, adquiere aquí su máximo énfasis (DE FELIPE y VANDAME, 1999).

Hay que tener cierta paciencia, pues el aprendizaje será progresivo y deberemos tener cierta precaución: comenzar despacio, ensayando en unas pocas colmenas y en primavera (para no su-

frir muchas pérdidas) son sabias medidas. No está de más rebajar la dosis en el primero de los tratamientos si no estamos seguros que las colmenas puedan soportarlo o si las condiciones ambientales no son las adecuadas. Si la temperatura es elevada se puede introducir el tratamiento a la caída de la tarde.

Recordemos también que es conveniente realizar una revisión y preparación previa de los colmenares para que, especialmente, este tipo de tratamientos, con eficacias medias e irregulares, alcancen la efectividad deseada. Eliminar las colmenas muertas o zanganeras, unir las débiles con las fuertes e igualar la fortaleza para administrar tratamientos uniformes serían algunas de las medidas más recomendables.

Algunos *métodos biomecánicos* como la cría dirigida de zánganos (Figura 10) pueden ser *complementarios* de los anteriores (WILKINSON y SMITH, 2002). Tampoco podemos olvidarnos que la selección de *abejas tolerantes* a la Varroa dará sus frutos a medio-largo plazo (BOECKING y SPIVAK, 1999; HARBO y HARRIS, 1999).

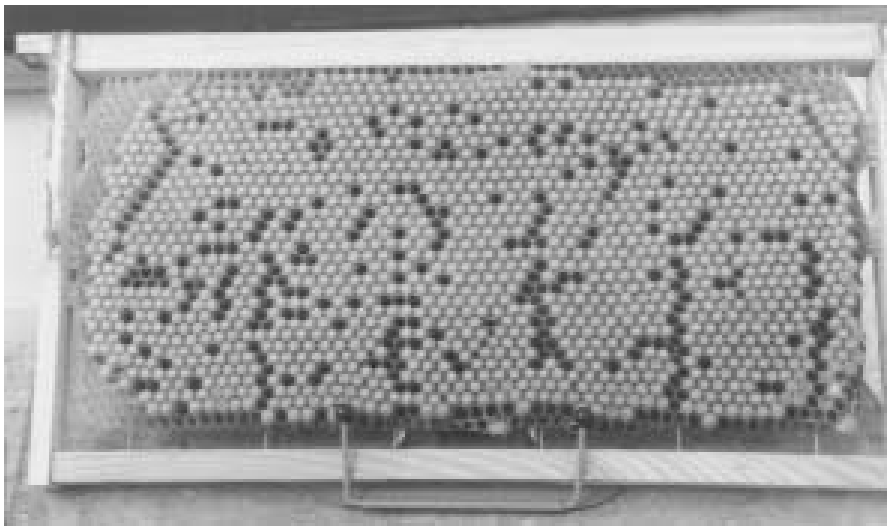


Figura 10. *Los cuadros con cría de zánganos pueden convertirse en un cepo para la captura de varroa*

Condiciones ambientales adecuadas

Las condiciones ambientales deben ser *ADECUADAS* para cualquier explotación agroganadera, tanto en el aspecto productivo como sanitario. Por eso, los diferentes tratamientos contra la Varroa deben de adaptarse a las distintas condiciones regionales o climáticas, para lo cual conviene realizar ensayos regionales y coordinados con el objeto de buscar el mejor calendario posible y la mejor forma de administración. En este sentido, el Proyecto del Plan Apícola Api01-015 «Creación y puesta en marcha de una red de ensayos a nivel nacional» persigue este objetivo.

Como norma general el calendario podría constar, en un primer término, de un *tratamiento tampón o amortiguador*, a base de timol u otras sustancias naturales, que se efectuaría durante la primavera y épocas de mielada con el fin de reducir o limitar el crecimiento de la Varroa sin

menoscabo en la producción de miel y su calidad. Y, en segundo lugar, un *tratamiento de lim - pieza radical*, normalmente con productos químicos, realizado en otoño-invierno, sin cría operculada o con la menor cantidad posible (MUTTINELLI, 1996; THOMAS, 1997), al objeto de alcanzar la máxima eficacia sin tener ningún problema de residuos (Figura 11).

También cabe la posibilidad de simultanear el tratamiento con períodos sin cría operculada en primavera, cuando se parten las colmenas o se hacen los enjambres.

ESTRATEGIA DE LUCHA CONTRA LA VARROASIS		
	AMORTIGUADOR	**DE LIMPIEZA RADICAL**
TRATAMIENTO RECOMENDADO	**TIMOL**	**Ac. orgánicos** **Trat. químicos**
ÉPOCA	**Primavera-verano**	**Otoño-invierno**

Figura 11. *Calendario de tratamientos contra la varroasis*

Manejo profesional y agroecológico de la explotación

Finalmente, para el control de la Varroa, tanto a nivel colectivo como individual, además de unos tratamientos eficaces y unas condiciones ambientales adecuadas es necesario un manejo de la explotación *PROFESIONAL*, o sea, moderna, seria y responsable.

A nivel colectivo, esto se traduce en tratamientos coordinados por comarcas (Figura 12), así como la necesaria precaución y cuidados en los momentos y zonas de trashumancia (Figura 13). El objetivo está claro: conseguir la máxima eficacia y evitar reinfestaciones (PUERTA, 2001).

Figura 12. *La realización de tratamientos coordinados es fundamental para el control de la varroasis*

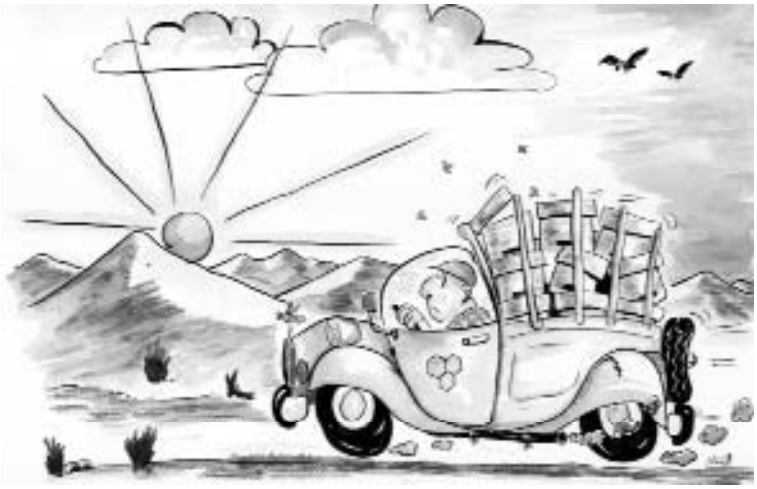


Figura 13. *Las reinfestaciones más importantes tienen lugar durante la trashumancia*

A nivel individual, debe de tratarse todo el colmenar y no dejar colmenas sin tratar; asimismo hay que controlar lo mejor posible la enjambrazón (Figura 14) y sustituir o cuidar muy bien las colmenas fijistas o corchos (PUERTA, 2001).

Además, en cuanto al material, los apicultores que cuenten con alzas (Figura 15) tendrán la ventaja de una mayor seguridad a la hora de hacer los tratamientos sin el peligro de residuos. Los suelos sanitarios (Figura 16), es decir, aquellos con posibilidad para separarse de la cámara de cría, permiten la introducción de rejillas con las que controlar el nivel de infestación, que ha de ser bajo. En los casos en los que el grado de parasitación sea alto es útil retirar los cuadros de cría muy afectada.

Figura 14. *Con los enjambres marcha también la varroa, haciéndose inaccesible a cualquier tratamiento*

Figura 15. *La incorporación y el manejo adecuado de alzas puede evitar numerosos problemas de residuos*

Probablemente muchas de estas ideas o posibles mejoras no sean precisas o ya se estén llevando a cabo en numerosas explotaciones; en cualquier caso, no conviene incorporarlas todas de golpe, sino ponerlas en práctica poco a poco. Algunas, como el manejo de alzas, son incuestionables en cualquier explotación moderna, más allá del tema que nos ocupa, por cuestiones de producción, calidad y comodidad. Otras, como los tratamientos coordinados, no requieren inversión económica alguna, dependen de voluntad y organización.

Figura 16. *Los suelos sanitarios permiten la colocación de rejillas para controlar la caída natural de varroa*

En suma, sin pretenderlo en un inicio, hemos llegado de forma clara e ineludible a un enfoque *AGROECOLOGICO*, donde el control del ácaro depende de un conjunto de factores o causas dinámicas que actúan interrelacionándose entre sí (ALTIERI, 1985). Por eso, los distintos sistemas de producción apícola deben de seleccionar y adaptar los diferentes tratamientos o pautas de control de acuerdo a las condiciones ecológicas, socio-económicas y culturales en que se desenvuelven.

NECESIDAD DE APRENDIZAJE

El conocimiento y control de todos los aspectos y factores que influyen en el control de la varroasis y la utilización de algunas de las «herramientas» descritas son, a nuestro juicio, imprescindibles en una lucha efectiva contra la varroasis. Tan sólo se requiere de algún tiempo para adquirir la *práctica* y el *aprendizaje necesario* e ir incorporándolo progresivamente al manejo y programa sanitario habitual de nuestra explotación (DE FELIPE y VANDAME, 2000).

La realización de cursos prácticos y dinámicas participativas (Figura 17) para compartir las distintas experiencias puede ayudar a crear un clima de confianza y a coordinar esfuerzos.

Figura 17. *Los cursos sirven de aprendizaje y de intercambio de experiencias*

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones sobre el timol en el CAAPE se están pudiendo desarrollar gracias a la financiación del Plan Apícola Nacional (Proyectos API98-003 y API01-015), así como a la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (C-99-076). Agradecemos la colaboración de COAG-Andalucía, en cuanto a la disponibilidad de colmenares profesionales para hacer ensayos y al Sr. Serra Bonvehí, por el análisis de residuos de timol. Asimismo nuestro agradecimiento a Fernando Bernabé, por la ilustración y el humor de sus dibujos.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERE, M.A. (1985). Agroecología. Bases científicas de la agricultura alternativa. CETAL (ed.). Valparaíso. Chile. 184 pp.

ANDERSON, D.; TRUEMAN, J.W.H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. Appl. Acarol.* 24: 165-189.

BOECKING, O.; SPIVAK, M. (1999). Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie* 30 141-158.

BOGDANOV, S., IMDORF, A., KILCHENMANN, V. (1998). Residues in wax and honey after ApilifeVAR treatment. *Apidologie* 29, 513-524.

BOUSETA, A.; COLLIN, S. (1995). Optimized Likens-Nickerson methodology for quantifying honey flavors. J. Agric. Food Chem.,43, 1.890-1.897.

CHIESA, F. (1991). Effective control of varroatosis using powdered thymol. *Apidologie* 22, 135-145.

COLIN, M.E. (1990). Essential oils of Labiatae for controlling honey bee varroosis. *J. Appl. Ent.* 110, 19-25.

COLOMBO, M.; LODESANI, M.; SPREAFICO, M. (1994). Resistencia de la varroa al fluvalinato. *Vida Apícola* 64, 42-47.

DE FELIPE, M.A.; VANDAME, R. (1999). Curso de capacitación sobre control alternativos de Varroa en la apicultura. Colegio de Postgraduado. Apdo. postal 143, 49500 Córdoba, Ver. Mexico, 15 p.

FLORES, J.M.; RUIZ, J.A.; CUNHA, S.R.; RUZ, J.Mª; PUERTA, F.; CAMPANO, F.; GARCÍA, E.; GALLEGO, O. (2000). Situación actual y perspectivas de los tratamientos con timol y otros aceites esenciales en el control de *Varroa jacobsoni* Oud. en Andalucía. *Vida Apícola* 104: 26-31.

FRIES, I. (1997). Organic control of varroa. pp: 16-21 in *«¡Varroa! Fight the mite»*. IBRA. UK. P. Munn and R.Jones. (Editores). ISBN 0860982246.

HARBO, J.R.; HARRIS, J.W. (1999). Selecting honeybees for resistance to *Varroa jacobsoni* Oud. *Apidologie,* 30 (2-3): 183-196.

HIGES PASCUAL, M. (2001). Los aceites minerales, menos eficaces que otros acaricidas. *El Colmenar* 63, 24-27.

IMDORF, A.; BOGDANOV, S.; IBAÑEZ, R.; CALDERONE, N.W. (1999). Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. *Apidologie* 30, 209-228.

MERCK INDEX (1996). Twelfth Edition. ISBN: 0911910-12-3.

MILANI, N. (1999). The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie* 30: 229-234.

MUTTINELLI, F. (2000). European legislation governing the use of veterinary medicinal products with particular reference to varroa control. *Bee World* 81(4): 164-171.

MUTTINELLI, F.; CREMASCO, S.; IRSARA, A.; BAGGIO, A.; NANETTI, A.; MASSI, S. (1996). Organic acids and Api Life VAR in the control of varroosis in Italy. *Apicoltore moderno* 87, 99-104.

PUERTA, F.; FLORES, J.M.; RUIZ, J.A.; RUZ, J.M.; CAMPANO, F. (2001). Enfermedades de las abejas. Prevención, diagnóstico y tratamiento (COAG-Andalucía; Consejería de Agricultura y Pesca, eds.). Sevilla, España. ISBN 84-607-3323-8.

SPIVAK, M.; REUTER, G.S. (1998). Honey bee hygienic behavior. *Am. Bee J.* 138, 283-286.

THOMAS H.U. (1997). Practical aspects of alternative varroa control methods. En *¡Varroa! fight the mite* (Munn P., Jones R., eds.). Cardiff, UK; International Bee Research Association. ISBN 0-86098-224-6.

VAN DYCK, J.M. (2001). Utilisation du thymol pour traiter la varroase. *Abeilles et Cie* 83(4): 15-19.

WALLNER, K. (1999). Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30: 235-248.

WILKINSON, D.; SMITH, G.C. (2002). Modeling the efficiency of sampling and trapping *Varroa destructor* in the drone brood of honey bees (*Apis mellifera*). *American Bee Journal* 142 (3): 209-212.

Estudio preliminar de la producción de miel en colmenas de desarrollo vertical utilizando métodos alternativos en el control de *varroa jacobsoni oud*

J. PONT ANDRÉS, J. ALBERT RUBIO

Noguera A.D.R. Coop. V. 12440 Caudiel (Castellón)

RESUMEN

Entre los años 1999 a 2002 se ha realizado el seguimiento de un colmenar en el que los tratamientos contra la varroa se han distribuido de la siguiente forma: diez colmenas han sido tratadas con fluvalinato, diez con timol y diez con vaselina.

Se ha medido el peso de las colmenas y, en los dos últimos años, el nivel de infestación a partir de los conteos de ácaros caídos de forma natural.

INTRODUCCIÓN

La rápida distribución, a nivel mundial, del ácaro parásito de la abeja *Varroa jacobsoni oud* ha obligado en los últimos años a un cambio radical en las prácticas apícolas que tradicionalmente se venían realizando. Las primeras medidas de control contra el ácaro se basaron en el uso de diferentes moléculas con poder acaricida, incluidos productos organofosforados y piretroides, con las que se consiguió mantener la parasitosis aunque con el riesgo de contaminar los diferentes productos de la colmena. Otro riesgo que se atribuye al uso sistemático de acaricidas de síntesis es la posibilidad de aparición de ácaros resistentes a los mismos (EISCHEN, 1998; FAUCON y col., 1995; LODESANI y col., 1995; MILANI, 1995).

El desarrollo de métodos alternativos en el control de *V. jacobsoni* surge como respuesta a esta doble preocupación, por una parte disminuir la presencia de residuos de los productos quimioterápicos en la miel, cera y propóleos y, por otra, dotar al apicultor de una serie de productos o técnicas de manejo que permitan prescindir del uso de productos acaricidas de síntesis, evitando así el riesgo de aparición de resistencias.

Existen ciertas sustancias naturales que han demostrado un elevado poder acaricida y cuyo uso resulta menos controvertido que los acaricidas de síntesis. Entre ellas se ha optado por estudiar el timol y la vaselina ante los resultados obtenidos por otros autores.

OBJETIVOS

- Valoración de la eficacia de los métodos alternativos de control de *V. jacobsoni*, basados en el uso de productos naturales, frente al tratamiento con fluvalinato.

- Adaptación de los métodos alternativos de control de *V. jacobsoni* a las condiciones particulares de la Comunidad Valenciana.

METODOLOGÍA

La experiencia se ha basado en el seguimiento de un colmenar en el que se han establecido tres lotes formados por 10 colmenas cada uno. El primer lote recibe tratamientos químicos convencionales con fluvalinato, el segundo tratamientos alternativos con timol y el tercero tratamientos con vaselina. Los dos primeros lotes se constituyeron en el año 1999, añadiéndose en el año 2001 el tercero.

En cada una de las colmenas se ha controlado su peso, tanto antes como después de la cosecha, y, a partir del año 2001, se han realizado conteos de la caída natural de varroa antes de los tratamientos, mediante la instalación de fondos especiales y láminas cubiertas de vaselina.

RESULTADOS

Peso de las colmenas

Se han obtenido los pesos brutos de las colmenas y, a partir de ellos, se han obtenido los pesos netos indicados en la Figura 1 restándoles el peso de la caja, cuadros y cera estampada. Du-

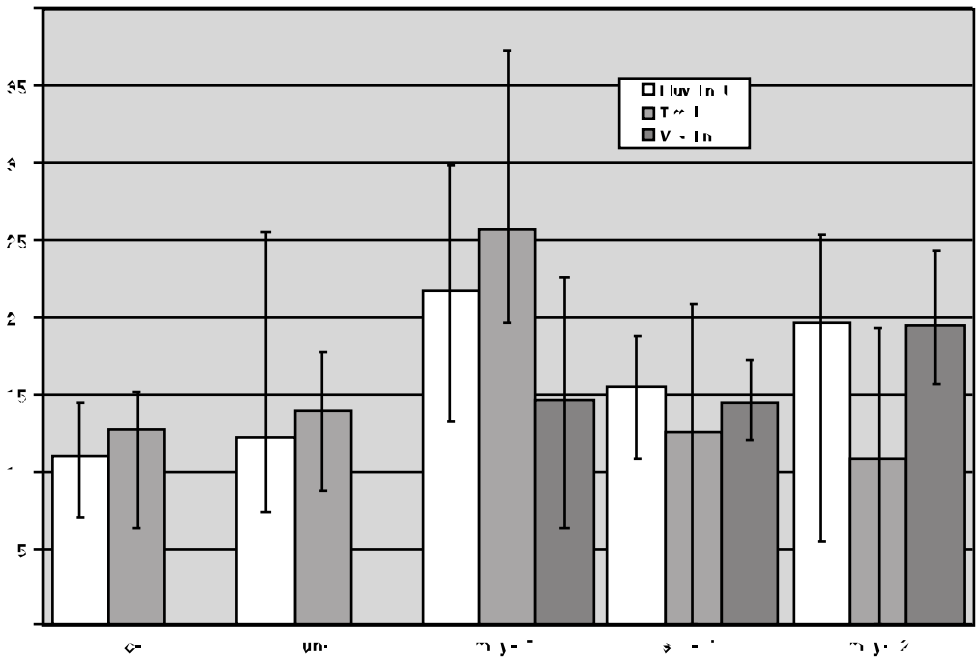


Figura 1. *Evolución del peso neto de las colmenas*

rante la cosecha murieron dos colmenas del lote tratado con timol, las cuales están también consideradas en las medias, originando las únicas diferencias significativas (p= 5%).

Como diferencia entre los pesos netos se ha obtenido el incremento generado por la colmena (diferencia entre después de una cosecha y antes de la siguiente) y la extracción durante la cosecha (diferencia entre antes de la cosecha y después de la misma), mostrándose estas últimas en la Figura 2. Las diferencias de peso obtenidas no son significativas para p= 5%.

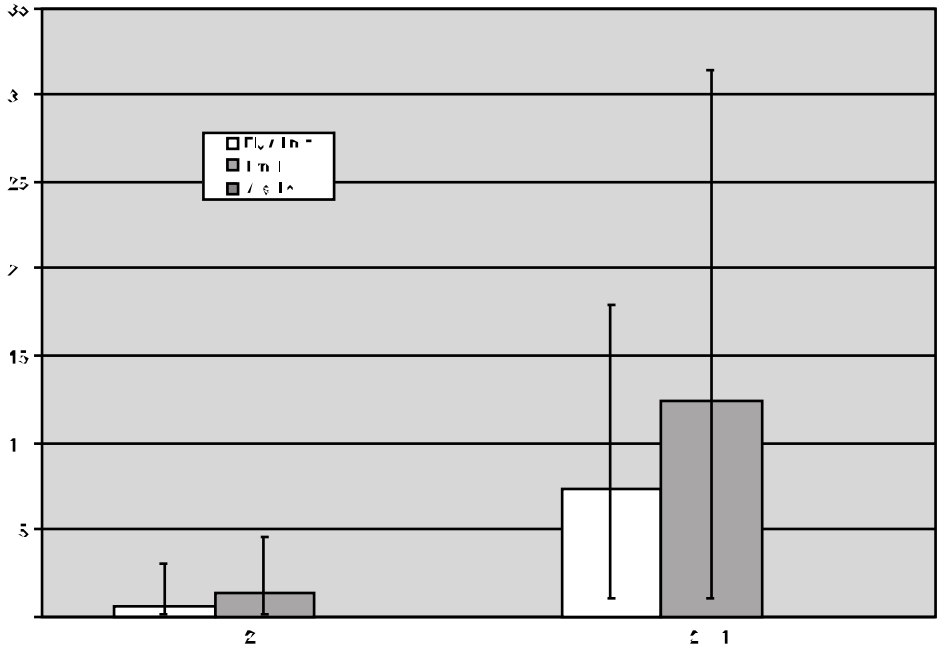


Figura 2. *Diferencia de peso tras la cosecha*

La diferencia de pesos tras la cosecha obtenida en el año 2001 asciende a un total de 196 Kg, de los que 158 Kg corresponden a la miel extraída, 12 Kg a tres cuadros de cría del lote tratado con timol trasladados a otras tantas colmenas del lote tratado con vaselina por estar muy débiles, y el resto al peso de los opérculos, miel que quedó adherida a los mismos, etc.

B. Conteos de varroas muertas

Los conteos de las varroas recogidas en los fondos de las colmenas nos permiten estimar la población de varroas existentes en la colmena y la eficacia de los tratamientos. Hasta el momento sólo se han realizado dos conteos, antes de los tratamientos correspondientes al otoño de 2001 e invierno de 2002, presentados en la Figura 3, los cuales sólo han mostrado diferencias significativas (p= 5%) para el primer conteo de las colmenas tratadas con vaselina, pero como

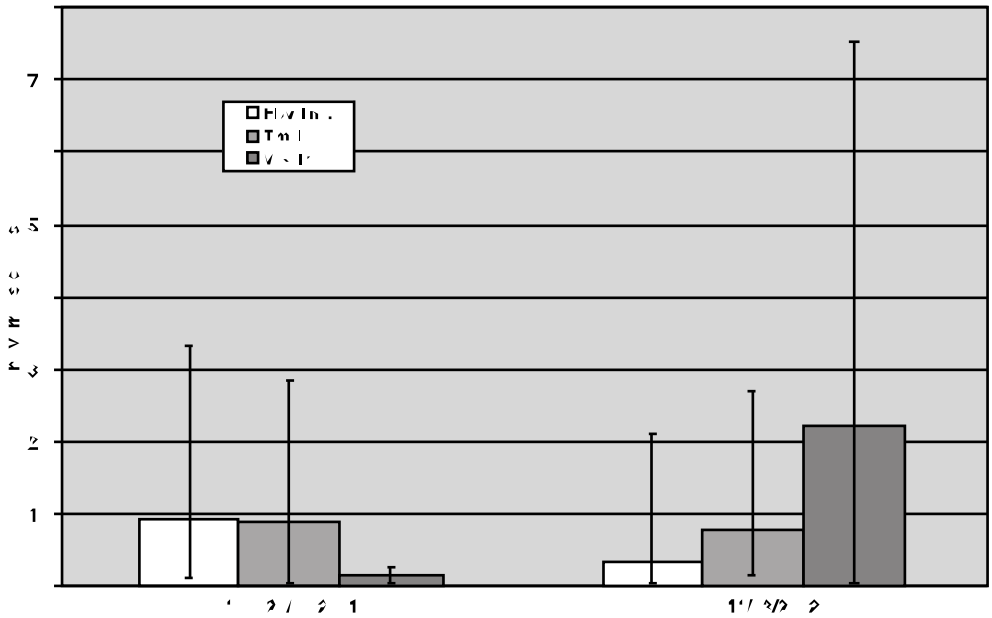


Figura 3. *Conteos de la caída natural de varroa*

éstas habían sido colocadas ese mismo año no se puede considerar que dichas diferencias estén originadas por el tratamiento estudiado.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha contado, durante los años 1999 y 2001, con la financiación del Programa Experimental Hortofrutícola de la Generalitat Valenciana.

A Fernando Calatayud, del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, por la información y sugerencias aportadas durante la realización de la experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

EISCHEN, F. (1998). Varroa Control Problems: Some Answers. ABJ, 138(2): 107-108.

FAUCON, J.P., P. DRAJNUDEL, C. FLECHE (1995). Mise en evidence d'une de l'efficacite de le Apistan utilisé contre la varrose de l'abelle (*Apis mellifera*). Apidologie, 26: 291-296.

LODESANI, M., M. COLOMBO, M. SPREAFICO (1995). Ineffectiveness of Apistan treatment against the mite *Varroa jacobsoni Oud*. In several districts of Lombardy, (Italy). Apidologie, 26: 67-72.

MILANI, N. (1995). The resistance of *Varroa jacobsoni Oud*. to pyrethroids: a laboratory assay. Apidologie, 26: 415-429.

IX. CALIDAD Y TRANSFORMACIÓN DE ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Contenido de hierro en el grano de judía de diversas variedades bajo cultivo ecológico y convencional

M. D. RAIGÓN[1], G. PALOMARES[2], I. ORDOÑO[1], M. ORTIZ-PÉREZ[1]

[1] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 21. 46010 Valencia. Teléfono: 96 3877347. Fax: 96 3877129. e-mail: *mdraigon@qim.upv.es; isormon@euita.upv.es; maorpe@euita.upv.es*

[2] Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera, s/n. 46022 Valencia. Teléfono: 96 3877426; e-mail: *gpaloma@btc.upv.es*

RESUMEN

La agricultura ecológica tiene entre uno de sus objetivos más importantes la producción de alimentos sanos y de alta calidad nutricional. Los niveles de minerales en algunos alimentos de origen vegetal son muy superiores cuando éstos se producen bajo técnicas ecológicas. La recuperación de alimentos tradicionales en la dieta induce a un aporte más equilibrado de las sustancias minerales a través de la alimentación, sobre todo si los productos se han producido mediante técnicas ecológicas, por poseer mayor distribución de otros nutrientes asociados que son necesarios para la bioasimilación, como es el caso del hierro.

En este trabajo se pretende llevar a cabo la cuantificación del contenido en hierro de 21 semillas de judía destinadas a la alimentación humana, seleccionadas por su mejor aptitud hacia la sanidad de la planta y el rendimiento en grano, de entre 51 variedades diferentes. El cultivo se llevó a cabo en una parcela ecológica, así como las técnicas agronómicas empleadas. Todo el ensayo se duplicó en una parcela convencional y con técnicas convencionales para comparar los niveles de hierro en las semillas de judía procedentes de ambos sistemas productivos.

Los resultados indican que globalmente las judías ecológicas contienen mayor concentración en hierro que las procedentes del sistema convencional. Especialmente, cuando se trata de judía de color blanco y su forma es arriñonada o redondeada, resultado de alta importancia ya que se trata de las judías de grano con mayor incidencia en la aceptación por parte del consumidor.

INTRODUCCIÓN

Más de un tercio de la población mundial padece deficiencia de hierro (ROBINSON y col., 1999). Las plantas son la principal fuente de hierro en la mayoría de las dietas, por lo que ase-

gurar el consumo de vegetales con un adecuado nivel de hierro constituye una parte medular en las estrategias de mejora del nivel nutricional de los humanos (THEIL y col., 1997). Lo antes dicho adquiere mayor relevancia sobre todo en referencia a los sistemas de producción agrícola donde no se tiene en cuenta el equilibrio nutricional del suelo y en suelos calcáreos, por la limitada disponibilidad del hierro.

La macroexplotación industrial de la agricultura conlleva consecuencias nefastas, destruyéndose la conexión ecología-sistema agrícola, ya que los principios de producción equilibrada se ignoran, prevaleciendo la producción especializada, el monocultivo y la mecanización abusiva de los sistemas agrarios. Esta política ha provocado importantes excedentes de productos agroalimentarios, así como grandes problemas, entre los que destacan el alto coste energético (NARBONA, 1999), la pérdida de fertilidad (OBERSON y col., 1996) y aumento de la erosión del suelo (SIEGRIST y col., 1998), la pérdida de la calidad natural de los alimentos y la degradación del medio ambiente (GLAESON y col., 1995).

La introducción de alternativas de producción agrícola puede contribuir de forma eficaz a la diversificación de la oferta, ofreciendo opciones que permitan al consumidor elegir otros productos con diferente valor añadido. La producción ecológica puede contribuir a evitar excedentes y a conseguir una cuota de mercado estable y en exclusiva, incorporando al sistema principios biológicos y los recursos locales (ALTIERI y col., 1999). Respetar el entorno natural y producir alimentos de calidad son las dos máximas que se han convertido en los pilares que sustentan lo que hoy se conoce como agricultura ecológica (HOBBELINK, 1991).

Actualmente, los alimentos no sólo están dejando de cumplir su finalidad de nutrir y por tanto, de generar salud, sino que además, desde cada vez más amplios sectores científicos, se ha empezado a denunciar los alimentos como causantes de las modernas enfermedades degenerativas (FERRER, 1987).

En las últimas décadas se ha producido un cambio en la dieta, pasando de una comida en la que predominaban los hidratos de carbono (pan, patata, arroz, etc.) y legumbres, a un aumento excesivo y perjudicial de alimentos de origen animal (carnes, pescados, embutidos, conservas, grasas y derivados lácteos), los problemas de salud asociados a estos hábitos alimenticios han sido estudiados en diferentes trabajos, llegando a la conclusión que una alimentación sana es la consecuencia de una alimentación equilibrada, rica en verduras, hortalizas, cereales, legumbres, algún lácteo y un poco de pescado (SERRA-MAJEM y col., 2000).

Los productos de la agricultura ecológica contienen más principios nutritivos que los procedentes de explotaciones convencionales (RAIGÓN y col., 2002). En la misma línea de trabajo, otros autores (SCHUPHAN, 1975; BIBAK y col., 1998; PITHER, 1990) han encontrado también mayores contenidos en hierro cuando los vegetales se producen ecológicamente. El hierro es un mineral esencial, componente de las moléculas de hemoglobina y mioglobina. Es también un componente de ciertos enzimas metabólicos y se almacena en el organismo en el bazo, la médula ósea y el hígado. Es imprescindible para el suministro de oxígeno de las células, es necesario para la actividad inmunológica y protege de algunos radicales libres. En cuanto al aporte nutritivo de las legumbres, la creencia popular habla de la riqueza en hierro de estos alimentos. Sin embargo, para que el organismo humano pueda aprovechar la forma química del hierro de los vegetales éste debe ir asociado a otros nutrientes (CHIPLONKAR y col., 1999).

El principal objetivo del trabajo es determinar el contenido de un mineral altamente importante en la dieta, como es el hierro y presente en uno de los alimentos considerados como imprescindible en la dieta equilibrada, las judías (*Phaseolus vulgaris* L.). Las 21 variedades anali-

zadas han sido seleccionadas de entre 51 variedades cultivadas bajo sistemas de producción ecológica, y comparadas con otras tantas procedentes de sistemas convencionales de agricultura. Con ello se pretende avanzar en el conocimiento de las nuevas sensibilidades a favor de alimentos más nutritivos, sanos y cercanos a las producciones naturales de la tierra, y que a la vez respondan a una conciencia y exigencias mayores para con la salud y la calidad de los alimentos por parte de los consumidores en general, y con ello para con la sostenibilidad global de las formas de producción alimentaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar el ensayo, se trabajó desde la plantación con dos parcelas, una convencional situada en Foios (Valencia) y otra ecológica en Albuixec (Valencia), ambas ubicadas en la comarca de L'Horta Nord y distanciadas entre sí, aproximadamente, 3 km. La textura del suelo en ambas parcelas era franco-arenosa. El abonado en la parcela convencional se realizó mediante el aporte de un abono órgano-mineral granulado y en la ecológica se realizó mediante el aporte de materia orgánica. Se practicó el riego por inundación en ambas parcelas, teniendo una frecuencia de una vez por semana en el caso de la parcela ecológica y en el caso del cultivo convencional se alternaba el riego de bancales, regándose cada diez días.

La realización del semillero se efectuó el día 10-04-2001 y se transplantó dos semanas después. El marco de plantación fue de 2 m x 0,5 m, con 2 plantas por golpe. En total se estudiaron 51 variedades distintas de judía. Estas variedades se clasifican en semillas con tres tipos de tonalidades: rojo, blanco y canela, siete formas distintas y con los cuatro posibles hábitos de crecimiento:

- Tipo I: Determinado arbustivo.
- Tipo II: Indeterminado arbustivo.
- Tipo III: Indeterminado postrado.
- Tipo IV: Indeterminado trepador.

Por esta razón algunas plantas precisaron de tutor, mientras que otras no. Tanto en la parcela ecológica como en la convencional las 51 variedades fueron distribuidas en sus correspondientes subparcelas, realizando dos repeticiones para que su comportamiento no fuera casual. Cada subparcela estaba compuesta por un total de 20 plantas.

Tras la recolección de las semillas en cada planta individual, se realizó una clasificación (mediante un análisis de la varianza al 95% de confianza), para seleccionar de entre las 51 variedades, tanto para el cultivo ecológico como para convencional, aquellas que presentaron mejores condiciones de sanidad y de producción. Las 21 variedades seleccionadas que se utilizaron para el estudio de la composición en hierro se muestran en la Tabla I, donde se reflejan además los caracteres del color y la forma de la judía en cada una de las variedades estudiadas.

De cada una de las 21 variedades seleccionadas, se escogen 10 g aproximadamente de semillas de dos plantas por cada subparcela y repetición (aproximadamente entre 40 a 50 g), procurando que las semillas sean lo más homogéneas en tamaño, color y brillo, entre sí. Del conjunto de semillas se toma una muestra representativa de cada variedad (10 g aproximadamente, que varía entre 8 a 10 semillas, según variedad), para realizar las determinaciones analíticas.

La determinación analítica del contenido en hierro se realizó tras la mineralización de la muestra (MAPA, 1994).

Tabla I. Distribución y caracterización de las variedades de judía estudiadas

	VARIEDAD	COLOR	FORMA
1	FRU 4	Blanca	Riñón
2	SIRIA	Blanca	Riñón
3	USWK-6	Blanca	Riñón
4	CLARA	Blanca	Riñón
5	CELIA	Blanca	Riñón
6	99/336	Blanca	Riñón
7	99/311	Blanca	Riñón
8	99/313	Blanca	Riñón
9	RIÑON DO	Blanca	Riñón
10	99/335	Blanca	Redonda
11	BOLITA	Blanca	Redonda
12	MCM2004-4	Blanca	Redonda
13	ITV 7214-2	Blanca	Redonda
14	98/11	Blanca	Faba
15	99/451	Roja	Palmeña
16	99/AFRICA-2	Roja	Palmeña
17	99/527	Roja	Pinta
18	99/3-6	Roja	Pinta
19	MCM 3031-10-4	Roja	Pinta alavesa
20	98/234?+3	Canela	Canela
21	98/1-8	Canela	Canela

RESULTADOS

Los resultados del contenido en hierro de las judías de grano estudiadas en el presente trabajo se muestran, en primer lugar comparados de forma global, para estudiar el efecto de la técnica de producción (ecológica o convencional) sobre el contenido en hierro, y en segundo lugar de forma individualizada, para estudiar el efecto cruzado del color de la judía y la forma de la misma sobre la concentración de hierro en el grano.

La Tabla II muestra que existe una influencia significativa del sistema de producción, color y forma del grano de las judías estudiadas. Estos resultados indican tres cosas: hay una influencia medioambiental importante en la concentración de hierro de los granos obtenidos por técnicas de producción ecológica; hay diferencias en cuanto al genotipo en la fisiología del color del grano; y en cuanto a la forma de los mismos entre los diferentes cultivares.

Se realizó un seguimiento semanal de cada plantación, observando que la parcela de producción ecológica presentó a lo largo del tiempo mayor contenido en biomasa, desarrollando no sólo mayor frondosidad y colorido de las hojas, sino que la sanidad vegetal fue mejor y la producción de grano al final fue significativamente mayor. Hay que destacar que el hierro es absorbido principalmente en forma de Fe^{2+}, aunque puede ser utilizado también en forma orgánica. Interviene activamente en la planta, así como en la formación de clorofila, aunque dentro de la

planta es bastante inmóvil. Las causas que pueden producir la deficiencia de este elemento son varias entre las que destacan un pH alto, inmovilización en suelos calizos, la oxidación por microorganismos, su competencia frente al exceso de cinc, cobre y manganeso. El equilibrio de nutrientes en la fertilización orgánica, así como la ligera reducción del pH del suelo a través de los consecutivos aportes de materia orgánica pueden favorecer la absorción y mejor aprovechamiento de este nutriente por la planta (COLE y col., 1987).

Tabla II. Estadísticos de probabilidad obtenidos con el ANOVA para el contenido en Fe (mg/100 g judía seca)

Efectos principales	Grados de libertad	Valor de P	F-ratio
Tipo de producción	1	<0.001	12.38
Variedad	20	<0.001	4.04
Color	2	0.030	3.60
Forma	6	0.035	2.83

La Figura 1 muestra los contenidos promedio de hierro (mg/100 g de materia seca) en los granos de judía en función del tipo de producción (ecológica y convencional), así como los niveles de significación (al 95% de confianza).

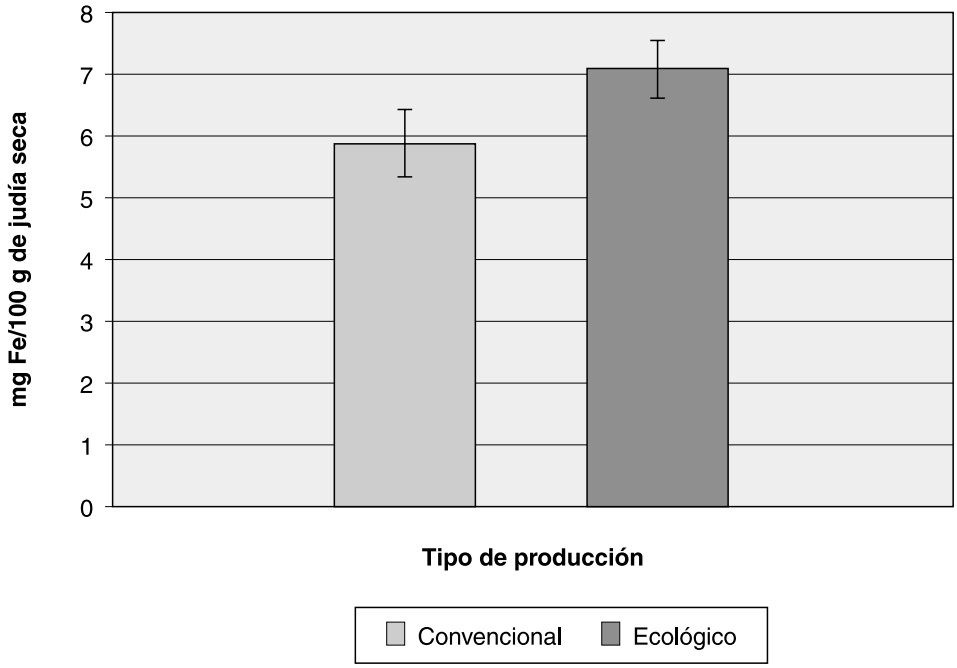


Figura 1. *Comparación del contenido en Fe (mg/100 g de materia seca) del grano de judía ecológica y convencional*

Se observa que en promedio los contenidos de hierro en los granos convencionales son de aproximadamente 6 mg por cada 100 g, mientras que los de producción ecológica son de 7.12 mg, siendo las diferencias significativas al 95% de confianza. Estos datos ponen de manifiesto que los granos de judía ecológica aportan un 15.7% más de hierro que las convencionales. Por otra parte, Elmadfa y col. (1998) indican que los contenidos medios de hierro en judía seca son de 7 mg/100 g de materia seca, cantidades que se alcanzan con la producción ecológica, pero no con la convencional.

Reddy y col. (1993) demostraron que existe una relación directa entre la cantidad de Fe disponible en el suelo y la concentración de Fe en los tejidos de espinaca, pero que la mayor cantidad de Fe no implica mayor biodisponibilidad del mismo. Esta última propiedad fue dependiente más bien de la concentración de Zn en la planta, así valores de 30 mg L^{-1} de Fe y de 15 mg L^{-1} de Zn en el suelo optimizaron la biodisponibilidad *in vitro* de Fe. Considerando los anteriores datos es obvio que se tiene una gran oportunidad en el desarrollo y optimización de tecnologías agronómicas ecológicas que permitan obtener granos de calidad nutricional superior.

Teniendo en cuenta que la dosis de hierro diaria recomendada está alrededor de 12.5 mg y que la pérdida de este elemento en la cocción tradicional se estima en un 31% (SEBASTIA y col., 2001) se precisarían aproximadamente 250 g de judía ecológica para alcanzar los niveles recomendados, mientras que de la convencional se necesitaría unos 300 g de la judía, además el equilibrio mineral y biológico del producto ecológico favorece la absorción del hierro, lo que provoca una mejora en la eficiencia de la absorción del hierro por el organismo.

En la Figura 2 se muestra la concentración en hierro de los granos de judía, en función del color del mismo y del tipo de producción. Se observa que aunque las concentraciones de hierro

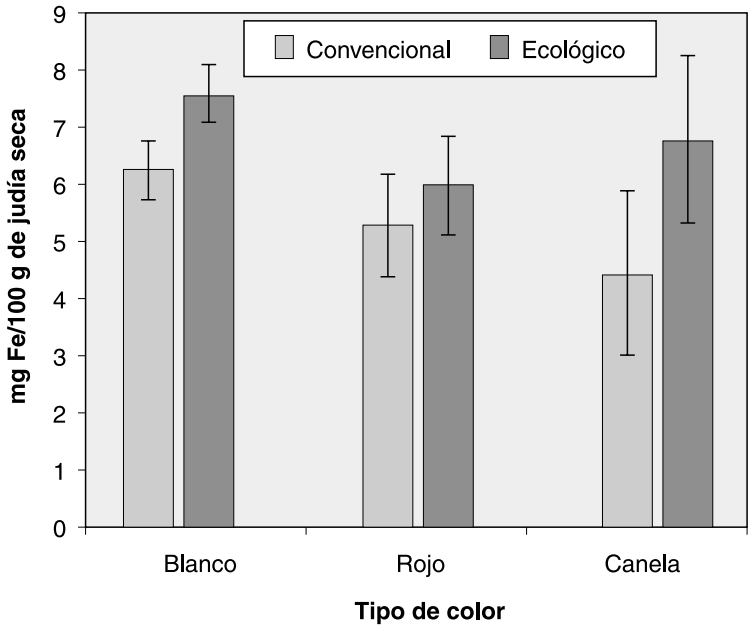


Figura 2. *Comparación del contenido en Fe (mg/100 g de materia seca) del grano de judía ecológica y convencional, en función del color del grano*

son siempre superiores en los granos de producción ecológica, las diferencias sólo son significativas en el caso de la judía de color blanco. Resultados altamente interesantes, habida cuenta que son las judías que presentan este carácter las que mayor aceptación comercial poseen, en función de sus diferentes usos y hábitos alimenticios.

La figura 3 muestra los niveles de significación del contenido en hierro de los granos de judía ecológica y convencional en función del tipo de cultivo y de la forma del grano. Se observa que las formas arriñonadas y redondeadas son las que mayor contenido de hierro presentan, siendo los niveles significativamente superiores (al 95% de confianza) para las judías con estas formas y producidas por técnicas ecológicas. Para el resto de los granos con diferentes formas, los niveles de hierro no muestran diferencias significativas, aunque las producidas ecológicamente siempre contienen mayor concentración. El hecho de encontrar niveles superiores de hierro en las judías ecológicas que tienen formas habituales, le proporciona mayor valor añadido a estos alimentos, ya que son los granos con mejor aceptación a la hora del consumo. En cambio, las formas poco usuales en alimentos con clara tradición culinaria, no son del todo aceptadas por la gran mayoría de los consumidores (CN, 2002).

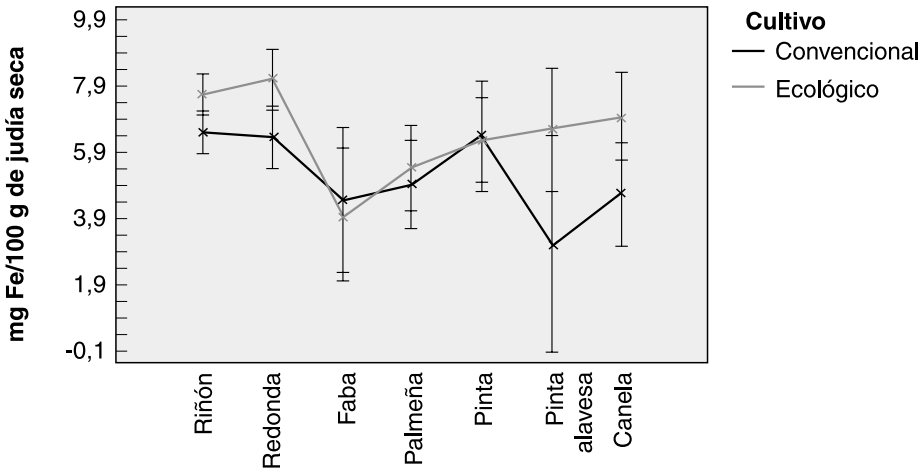


Figura 3. *Comparación del contenido en Fe (mg/100 g de materia seca) del grano de judía ecológica y convencional, en función de la forma del grano*

CONCLUSIONES

Altas concentraciones de Fe en el tejido vegetal no implica necesariamente que dicho elemento se encuentre disponible al ser consumido. La deficiencia de hierro en humanos es parcialmente producida por la ingestión de dietas que contienen niveles bajos de Fe biodisponible, bien por la acción de inhibidores como los taninos o el fitato, por el bajo nivel de promotores o bien por bajo nivel *per se* de hierro, la estrategia tecnológica más efectiva para combatir la deficiencia de hierro incluye varias tácticas como son la promoción del consumo de alimentos for-

tificados (como las judías) y maximizar la biodisponibilidad del Fe intrínseco en los alimentos de origen vegetal, mediante técnicas de producción ecológica.

Los granos de judía presentan por término medio mayores concentraciones en hierro cuando han sido cultivadas bajo técnicas de producción ecológica. Especialmente, cuando se trata de judía de color blanco y su forma es arriñonada o redondeada, resultado de alta importancia ya que se trata de las judías de grano cuyas variedades son más usuales y con mayor aceptación por parte del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A.; COMPANONI, N.; CAÑIZARES, K.; MURPHY, C.; ROSSET, P.; BOURQUE, M.; NICHOLLS, C.I. (1999). The greering of the «barrios» urban agriculture for food segurity in Cuba. Agric. Human. Values, 16: 131-140.

BIBAK, A.; STURNP, S.; GUNDERSEN, V. (1998). Levels of 44 elements in organically grown potates (*Solanum tuberosum* Sava). Riso Report, 1060, 15 pp.

COLE C. V.; WILLIAMS, J.; SHAFFER, M.; HANSON, J. (1987). Nutrients and organic matter dynamics as components of production systems. SSSA spec. pub. nº 19, chap 9: 147-166.

CN, Canal Nutrición (2002). Disponible en <www.consumer.es>.

ELMADFA, I.; AIGN, W.; MUSKAT, E.; FRITZSCHE, D.; CREMER, H.D. (1998). La gran guía de la composición de los alimentos. Editorial Integral. Barcelona, 95 pp.

FERRER, M. (1987). El movimiento consumidor y los alimentos biológicos. Ponencias y comunicaciones del Congreso Internacional de Tecnología de Alimentos Naturales y Biológicos. Madrid.

CHIPLONKAR, S.A.; TARWADI, K.V.; KAVEDIA, R.B.; MENGALE, S.S.; PAKNIKAR, K.M.; AGTE, V.V. (1999). Fortification of vegetarian diets for increasing bioavailable iron density using green leafy vegetables. Food Research International, 32: 169-174.

GLEASON, M.L.; MACNAB, A.A.; PITBLADO, R.E.; RICKER, M.D.; EAST, D.A.; LATIN, R.X. (1995). Disease-warming systems for processing tamatoes in eastern North America: Are we there yet?. Plant Disease, 79: 113-121.

HOBBELINK, H. (1991). Biotechnology and future of world agriculture. London: Zed Books, 159 pp.

MAPA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1994). Métodos oficiales de análisis. Tomo II. Madrid, 567 pp.

NARBONA, C. (1999). Agricultura y medioambiente. Desafíos de nuestro tiempo. Círculo de Lectores. Barcelona, 128 pp.

OBERSON, A.; BESSON,J.M.; MAIRE, N. AND STICHER, H. (1996). Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems. Biology and Fertility of Soils, 21, 138-148.

PITHER, R. (1990). Analytical survey of the nutritional composition of organically grown vegetables. In: Organic food production. Agrowing business. Organic Symposium. United Kingdom, 15 pp.

RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; CAROT SIERRA, J.M.; VIDAL, E. (2002). Comparación de Parámetros de Calidad en Hortalizas de Hoja Ancha bajo Sistemas de Producción Ecológica y Convencional. Agrícola Vergel, 241: 26-32.

REDDY, N.S.; SONDGE, C.V.; KHAN, T.N. (1993). *In vitro* bioavailability of iron from spinach (*Spinacea oleracea*) cultivated in soil fortified with graded levels of iron and zinc. Plant Foods Hum. Nutr. 44: 241-247.

ROBINSON, N.J., PROCTER, C.M.; CONNOLLY, E.L.; GUERINOT, M.L. (1999). A ferric-chelate reductase for iron uptake from soils. Nature, 397: 694-697.

SCHUPHAN, W. (1975). Yield maximisation versus biological value. Qual. Plant., 24: 281-310.

SEBASTIA, V.; BARBERA, R.; FARRE, R.; LAGARDA, M.J. (2001). Effects of legume processing on calcium, iron and zinc contents and dialysabilities. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 1.180-1.185.

SERRA MAJEM, L.; ARMAS NAVARRO, A.; RIBAS BARBA, L. (2000). Food consumption and food sources of energy and nutrients in the Canary Islands (1997-98). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 50: 23-33.

SIEGRIST, S.; SCHAUB D.; PFIFFNER, L.; MÄDER, P. (1998). Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. Agric. Ecosys. Environ, 69: 253-264.

THEIL, E.C.; BURTON, J.W.; BEARD, J.L. (1997). A sustainable solution for dietary iron deficiency through plant biotechnology and breeding to increase seed ferritin control. Eur. J. Clin. Nutr., 51 Suppl. 4: S28-S31.

Contenidos de vitamina C, pulpa y aceites esenciales en cítricos ecológicos y convencionales

A. DOMÍNGUEZ GENTO[1], M.D. RAIGÓN[2], D. SOLER SANGÜESA[2]

[1] Estació Experimental Agrària de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent; e-mail: esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es; alfonsdgento@wol.es
La Vall de la Casella, Coop.V.; Felip II, 31, 46600 Alzira; lacasella@wanadoo.es
[2] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez. 46010 Valencia; mdraigon@qim.upv.es

RESUMEN

Actualmente la alimentación a base de productos ecológicos, mucho más sanos y saludables, constituye una alternativa a la alimentación convencional, en la que los alimentos sufren una desnaturalización progresiva que hace peligrar la salud de los consumidores.

En este trabajo se comparan los contenidos de tres parámetros relacionados con la calidad de los frutos cítricos: ácido ascórbico, contenido en pulpa y en aceites esenciales de la corteza, de cuatro variedades altamente comerciales, producidas en Valencia, bajo técnicas de producción ecológica y convencional.

Los resultados indican que los frutos cítricos ecológicos presentan mayor contenido en ácido ascórbico, pulpa y aceites esencial, por lo que las prácticas de producción ecológicas proporcionan, independientemente de la variedad estudiada, frutos cítricos más aromáticos, más jugosos y con mayor contenido nutricional, fibra y vitamina C, aportando con ello mayor valor añadido a la calidad final del producto para su consumo en fresco.

Palabras clave: ácido ascórbico, pulpa, aceites esenciales, calidad, citricultura ecológica.

INTRODUCCIÓN

El mercado citrícola está saturado, con una oferta que supera a la demanda (MAGRANER y DOMÉNECH, 2000). Aunque actualmente la fruta más consumida en Europa son los cítricos, su consumo en fresco se ha estancado (JULIÁ y CORTÉS, 1990). Por ello la búsqueda de factores que diferencien a los frutos producidos, a la vez que proporcionen mejores condiciones sobre la sanidad alimentaria son objetivos prioritarios dentro del sector citrícola valenciano.

La calidad de un producto depende de una serie de factores, que están tipificados y cuantificados de una forma objetiva. En los productos cítricos, la calidad viene definida por los factores

intrínsecos o internos al propio fruto y factores extrínsecos. Algunos factores intrínsecos positivos de gran importancia orgánica y nutricional son el contenido en oligoelementos, minerales, ácido ascórbico, pulpa o aceites esenciales. Como parámetros negativos estarían el contenido en tóxicos provenientes de las técnicas agroquímicas.

El contenido en minerales y oligoelementos presentes en los productos ecológicos son mayores que en los convencionales, esto se debe a que estos últimos sufren esta deficiencia por culpa de un abonado centrado únicamente en el aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, además, se producen efectos antagónicos como consecuencia de la utilización de estos fertilizantes inorgánicos, causando desequilibrios en los productos (ROGER, 1985; CERISOLA, 1989).

El uso abusivo de fertilizantes nitrogenados provoca la disminución de ácidos esenciales en las proteínas, así como la disminución del contenido en ácido ascórbico y carotenos. Las prácticas de agricultura ecológica producen alimentos con valores de estos parámetros, significativamente superiores (LAMPKIN, 1998; FISCHER y RICHTER, 1986). En este sentido Raigón y col. (2002), Tortosa y col. (2001) y Gómez y col. (2001) han encontrado diferencias significativas en el contenido mineral y de vitaminas de determinadas frutas y verduras producidas en la Comunidad Valenciana, siendo los valores favorables a los productos ecológicos.

Un interés que cada vez está más en voga, en la determinación y análisis de la calidad está en la existencia de parámetros que repercutan en un mayor bienestar del consumidor, ya que la alimentación está estrechamente relacionada con la salud. Además de consumir aquellos alimentos, que hayan sido producidos mediante técnicas que no degraden el medio ambiente (DOMÍNGUEZ, 1997). Bajo estos criterios, se emprendió una serie de estudios relacionados con la calidad, para ofrecer parámetros diferenciadores objetivos, a productores y consumidores sobre la calidad de los productos ecológicos, tanto en hortalizas como en frutos cítricos, de los cuales se desprende el documento expuesto a continuación. Estos estudios se encuadran dentro de la colaboración de la Estación Experimental Agraria de Carcaixent (Valencia), con la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola (Universidad Politécnica de Valencia), y empresas del sector, como las cooperativas valencianas Ecomediterrània y La Vall de la Casella, siguiendo líneas de experimentación apoyadas por la Generalitat Valenciana.

El principal objetivo de este estudio es determinar el contenido de tres parámetros relacionados con la calidad intrínseca de los frutos cítricos ecológicos de cuatro variedades citrícolas de elevada repercusión comercial (Tabla I). Los parámetros seleccionados han sido el contenido en pulpa, ácido ascórbico del zumo, así como el aceite esencial de la corteza. Los valores se comparan con los respectivos obtenidos por métodos de producción convencional.

Tabla I. Distribución de variedades estudiadas

Fruto	Especie	Grupo	Variedad
MANDARINAS	*Citrus unshiu* Marc.	Satsuma	Okitsu
	Citrus clementina Hort. *ex* Tanaka	Clementinas	Clemenules
NARANJAS	*Citrus sinensis* (L.) Osb.	Navel	Navelina
	Citrus sinensis (L.) Osb.	Navel	Newhall

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de frutos cítricos se recolectaron *in situ* teniendo en cuenta que las parcelas ecológicas y convencionales de una misma variedad estén ubicadas lo más próximas posible, así como presentar sistema de riego, condiciones microclimáticas y características edáficas similares, sobre todo en lo referente a la clase textural (Tabla II). También en la medida de lo posible se ha intentado mantener similitud entre el patrón y la edad del árbol. Los frutos se recogieron aleatoriamente de los distintos árboles de la parcela (eliminando los del perímetro). De cada árbol seleccionado se recogían frutos de las cuatro direcciones y orientados hacia el interior y exterior de la copa.

En total para cada muestra representativa se tomaba una cantidad aproximada de 3 Kg de frutos, por variedad y tipo de cultivo. Las muestras debidamente identificadas se transportaban al laboratorio para la realización de las determinaciones analíticas, aquellas que no iban a ser analizadas inmediatamente se almacenaron en cámara frigorífica.

Tabla II. Localización agronómica de las parcelas

Variedad	Cultivo	Localización	Textura	Patrón	Edad (Años)
Okitsu	Convencional	Torrente	Franco arenosa	Citrange Carrizo	10
Okitsu	Ecológico	Guadassuar	Franco arenosa	Citrange Carrizo	7
Clemenules	Convencional	Pobla llarga	Franco arcillosa	Citrange Carrizo	10
Clemenules	Ecológico	Llutxent	Arcillosa	Citrange Troyer	>20
Navelina	Convencional	Casella (Alzira)	Arenosa	Citrange Carrizo	>20
Navelina	Ecológico	Casella (Alzira)	Franco arenosa	Mandarino común	>40
Navelina	Convencional	Pobla Llarga	Franco arcillosa	Citrange Carrizo	>10
Navelina	Ecológico	Pego	Arcillosa	Naranjo Amargo	14
Navelina	Convencional	Carcaixent	Franca	Citrange Troyer	>20
Navelina	Ecológico	Carcaixent	Franco arenosa	Citrange Troyer	>20
Newhall	Convencional	Materna (Alzira)	Arcillosa	Citrange Carrizo	>15
Newhall	Ecológico	Materna (Alzira)	Arcillosa	Mandarino Cleopatra	15

La determinación del contenido en pulpa consiste en determinar su peso, después de determinado el del zumo y corteza. Los resultados se expresan en porcentaje respecto al peso total de los frutos.

La determinación de vitamina C consiste en establecer la cantidad de ácido ascórbico en el zumo natural, midiendo la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 243 nm (FUNG y LUK, 1985) y comparando estas medidas con las de la curva patrón. Los resultados se expresan como mg de ácido ascórbico por 100 g de zumo. La medida se realiza por duplicado.

El método utilizado para la determinación del contenido en aceites esenciales consiste en extraer el aceite esencial contenido en la corteza mediante el arrastre de vapor (CCI, 1986), a través de un equipo de destilación Clavenger. El rendimiento en aceites esenciales de la corteza se calcula según la expresión:

$$\% \text{ Aceite esencial} = \frac{P_a}{P_c} \times 100$$

Siendo: Pa= peso en g del aceite extraído.
Pc= peso en g de las cortezas.

Para analizar la significatividad estadística se han utilizado modelos de análisis de varianza parcialmente jerarquizados. Se ha empleado el módulo GLM (modelos lineales generalizados) del programa Statgraphics. Las comparaciones múltiples entre los niveles de los factores se han realizado mediante intervalos LSD, utilizando siempre niveles de significatividad del 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pulpa es una materia orgánica de consistencia carnosa; constituye el endocarpio sin el zumo, o sea que es la parte comestible del fruto, libre de las fases líquidas. Los frutos del cultivo ecológico contienen un elevado contenido en pulpa respecto al convencional, siendo las diferencias estadísticamente significativas (Figura 1).

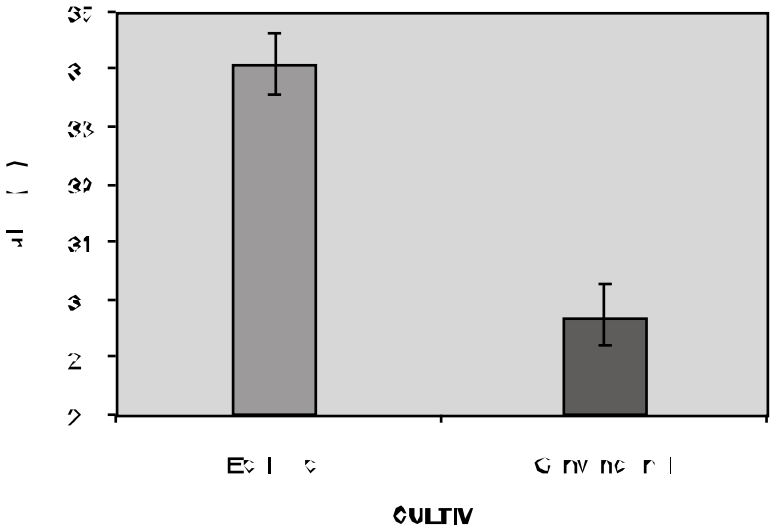


***Figura 1**. Contenido en pulpa (%) en los frutos cítricos en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de con - fianza*

Atendiendo al tipo de cultivo y variedad estudiada, la figura 2 muestra los valores de pulpa (%) obtenidos, se observa que el contenido en pulpa es significativamente (al 95% de confianza) superior en las variedades de Clemenules, Navelina y Okitsu cultivadas bajo sistemas ecológicos, mientras que para los frutos de la variedad Newhall, producidos convencionalmente, se obtiene ligeramente mayor contenido en pulpa, aunque las diferencias no llegan a ser significativas.

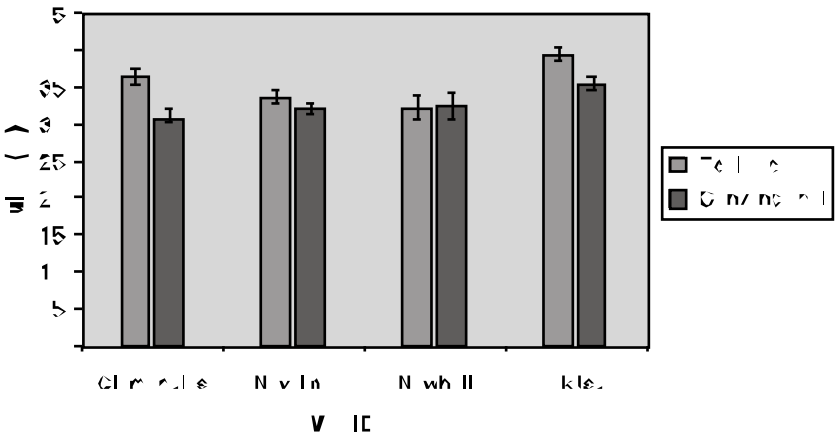


Figura 2. *Contenido en pulpa (%) en los frutos cítricos, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza*

Los valores de referencia sobre el porcentaje de pulpa son del 31.1% en Okitsu, 34.4% en Clemenules y un 21% para Navelina y Newhall (SANCHOTENE, 1998a; SANCHOTENE, 1998b), aunque Primo y col. (1972) establece un 20.4% para Newhall y Navelina. Los niveles obtenidos en el presente trabajo son ligeramente superiores, exceptuando en el cultivo convencional de Clemenules.

Las vitaminas son sustancias químicas orgánicas que realizan funciones vitales para el organismo, son indispensables para la transformación de la energía y regulan el metabolismo. El zumo de naranja contiene alrededor del 25% de vitamina C presente en la naranja (AGUSTÍ, 2000). La cantidad de ácido ascórbico depende de diversos factores, como la orientación, insolación del fruto, madurez, patrón, suelo, fertilización, etc. A medida que el fruto madura baja el contenido de vitamina C, aunque el aumento de zumo, a través del proceso de maduración de la fruta, hace que el contenido de la vitamina sea mayor (LÓPEZ, 1995).

Los resultados del contenido en ácido ascórbico en los frutos según el tipo de cultivo (Figura 3) indican que los zumos obtenidos a partir de los frutos ecológicos presentan valores estadísticamente (al 95% de confianza) superiores de la citada vitamina. El estudio por variedades muestra la misma tendencia a favor del cultivo ecológico (Figura 4), pero las diferencias cruzadas por variedad y cultivo no son estadísticamente significativas.

De estos resultados se concluye que con la ingesta de una pieza de fruta de las variedades Clemenules, Navelina o Newhall procedentes de cultivo ecológico, estarían aproximadamente cubiertas las necesidades de vitamina C de una persona adulta, pero serían insuficientes si el consumo fuese de las mismas variedades y de procedencia convencional.

García y col. (1957) estudiaron el contenido de ácido ascórbico en las naranjas, encontrando valores dentro del rango de 40-65 (mg/100 mL), estas cifras coinciden con las de los trabajos de Primo y col. (1963) y Agustí (2000). Las variedades Navelina y Newhall presentan valores, dentro de estos límites.

En las mandarinas, el contenido promedio de vitamina C se ajusta al rango de 20-50 (mg/100 mL) (AGUSTÍ, 2000; www.comafru.org.ar). Los valores de Clemenules se encuentran dentro de este rango, mientras que los valores de Okitsu son inferiores al valor límite mínimo, aunque siempre se observa que los valores de vitamina C en los zumos de los frutos ecológicos es superior a los de los frutos convencionales.

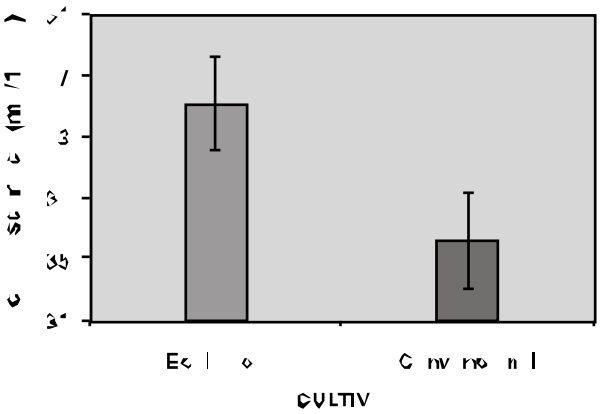


Figura 3. *Contenido en ácido ascórbico (mg/100g) del zumo en función del tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza*

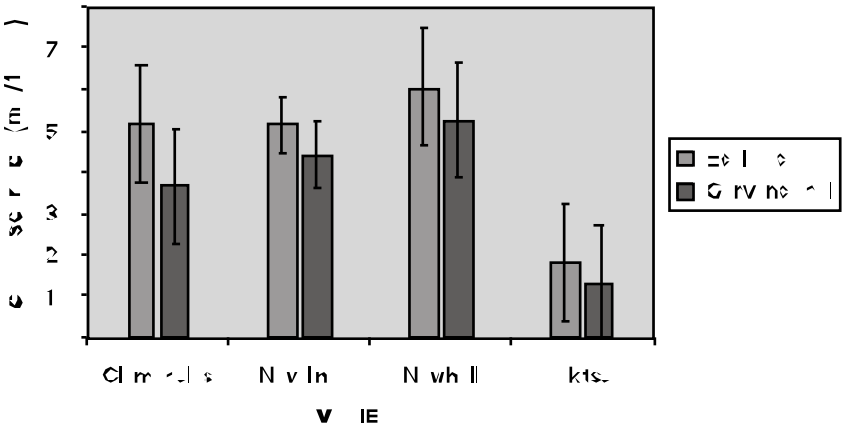


Figura 4. *Contenido en ácido ascórbico (mg/100g) del zumo, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza*

Los aceites esenciales de los frutos cítricos están formados por una compleja mezcla de compuestos químicos: terpenos, compuestos oxigenados que son los principales de la fracción aromática, colorantes y cierta cantidad de residuos no volátiles. Son productos de la secreción o de excreción en muchos procesos metabólicos (LÓPEZ, 1995). Los aceites esenciales de la corteza de los cítricos se hallan en el flavedo (parte coloreada de la corteza), en las glándulas de esencia. Éstas, dispersas de una forma irregular, se encuentran rodeadas por unas células que contienen disolución acuosa de azúcares, sales y coloides, que ejercen una presión sobre ellas. Gracias a esa presión, cuando se trocea una corteza, el aceite sale expulsado (BRAVERMAN, 1952).

Según Primo (1979) la cantidad de esencia existente en las naranjas es del orden de 0.5 a 1 mL por 100 cm^2 de superficie de piel. En el estudio realizado por Jorro y col. (1973) se obtuvo un rango de contenido en aceite esencial de 0,55-0,69% (m/m). También observó que la propor-

ción de aceite aumenta con la madurez. Otro estudio confeccionado por Di Giacomo y col. (1971) determinó que el porcentaje de aceite esencial es aproximadamente del 0.5% (p/p), pero en este caso obtuvo unos datos que le indicaron que al madurar el fruto disminuye la proporción de aceite, como indicaba Reig (1943).

El contenido de la esencia viene determinado entre otros factores por la superficie de la corteza, por la maduración del fruto y por la reabsorción del aceite por el tejido circundante a las glándulas de aceite. El rendimiento de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos en función del tipo de cultivo (Figura 5) indica el mayor nivel de aromas que presentan los frutos ecológicos, atendiendo a las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el rendimiento de sus aceites.

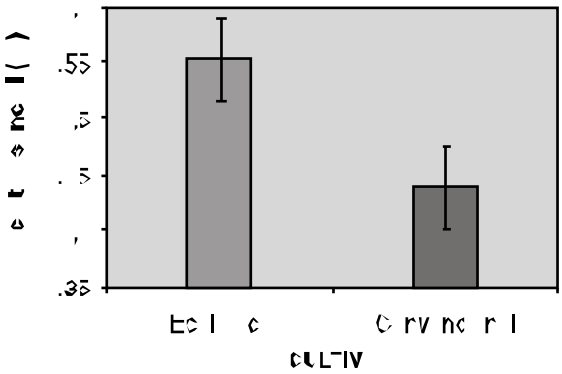


Figura 5. *Rendimiento (%) de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos por tipo de cultivo. Intervalos LSD al 95% de confianza*

Resultados similares se obtienen para este parámetro en la interacción entre el tipo de cultivo y variedad (Figura 6) donde hay que señalar que aunque las diferencias no son significativas, en todas las variedades, excepto para Clemenules, los frutos ecológicos presentan mayor contenido de aceites esenciales en sus cortezas.

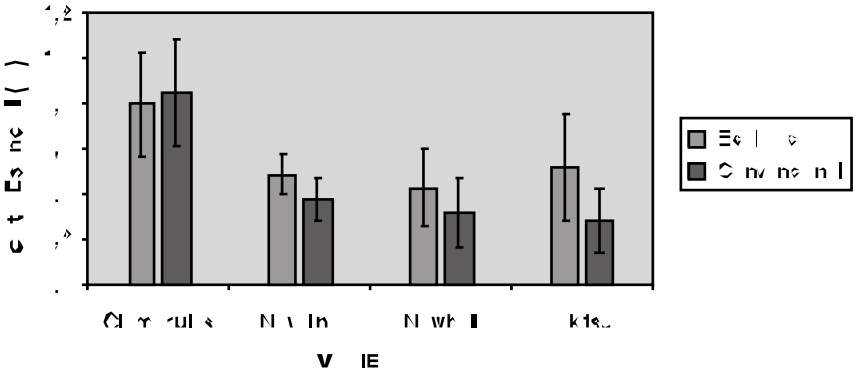


Figura 6. *Rendimiento (%) de aceite esencial de la corteza de frutos cítricos, por tipo de cultivo y variedad. Intervalos LSD al 95% de confianza*

CONCLUSIONES

Los frutos ecológicos presentan mejores cualidades nutricionales al contener valores significativamente superiores de pulpa en su composición, aportando más cantidad de fibra beneficiosa a la dieta. Además, la pulpa de los frutos de producción ecológica es mucho más jugosa y nutritiva que la de los de producción convencional, atendiendo al mayor contenido en humedad que presenta (SOLER SANGÜESA, 2001).

En promedio, la ingesta de una única pieza de fruta cítrica ecológica, de las variedades Clemenules, Navelina o Newhall sería suficiente para cubrir las necesidades en vitamina C de una persona adulta, por lo que la valoración de la calidad final de los frutos cítricos ecológicos es superior a la de los convencionales, atendiendo al mayor contenido en ácido ascórbico que presentan las cuatro variedades de frutos ensayadas, lo que pone de manifiesto que el consumo continuado de estos productos tiene repercusiones más favorables sobre la salud. Por otra parte, atendiendo a las propiedades antioxidantes de esta vitamina, puede incidir sobre la mejora de la conservación de la fruta.

Los frutos cítricos ecológicos presentan mejores condiciones para la industria de la transformación y elaboración (alimentaria, cosmética, farmacológica, etc.) ya que el contenido en aceites esenciales de su corteza es significativamente superior. Además este parámetro resulta altamente interesante para los frutos que se comercializan para consumo en fresco, ya que se provee al mercado de frutos con una mayor fracción aromática.

Las mayores concentraciones de los tres parámetros (ácido ascórbico, pulpa y aceites esenciales) encontrados en los frutos ecológicos ponen de manifiesto la óptima calidad de estos frutos frente a los convencionales, en igualdad de factores ambientales. Con ello, se puede llegar a apreciar mejor el diferente valor añadido que estos productos aportan.

AGRADECIMIENTOS

A los agricultores La Vall de la Casella y Ecomediterrània, Coop.V.

Este ensayo forma parte de las líneas experimentales apoyadas por la Consellería de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana.

BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍ, M. (2000). Citricultura. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 416 pp.

BRAVERMAN, J.B.S. (1952). Los agrios y sus derivados, composición y tecnología química. Ed. Aguilar, S.A. Madrid, 450 pp.

CCI, Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT. (1986). Aceites esenciales y oleorresinas; Estudio de distintos productores y de mercados importantes. Monografía sobre determinados aceites esenciales y oleorresinas de especias. Ed. CCI. UNCTAD-GATT. Ginebra, 222 pp.

CERISOLA, C. (1989). Lecciones de agricultura biológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 116 pp.

DI GIACOMO, A.; BOVALO, F.; POSTORINO, E. (1971). Sull 'essenza di arancia prodotta industrialmente dai fruti della Piana di Rosamo. Essenz. Der Agrum. Ed. Estación experimental de Regio Calabria, Italia, 239 pp.

DOMÍNGUEZ, A. (1997). Tiendas ecológicas. Integral, 4: 23-28.

FISCHER, A.; RICHTER, C. (1986). Influence of organic and mineral fertilisers on yield and quality of potatoes. The importance of biological agriculture in a world of diminishing resources. Proc. 5º IFOAM Conference 1984. Verlagsgruppe; Witzenhausen.

FUNG, YING-SING; LUNK, SHIN-FAI (1985). Determination of ascorbic acid in soft drinks and fruits juices. Part 1. Background correction for direct ultraviolet spectrophotometry. Analyst, 110: 201-204.

GARCÍA, R.; CASAS, A.; ROYO, J.; PRIMO, E. (1957). Variaciones en la composición de las naranjas españolas a lo largo de la temporada 1955-56: contenido en zumo, extracto refractométrico, acidez, índice de madurez y vitamina C. Bol. Inst. Nal. Invest. Agron. nº 37. Cuaderno nº 257.

GÓMEZ, M.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; CAROT SIERRA, J.M. (2001). Relación suelo-planta en sistemas de producción ecológica y convencional en función del tipo de riego en cultivo de col china (*Brassica pe - kinensis*). Trabajo final de carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, 139 pp.

JORRO, M.; LAFUENTE, B.; RAMS, I. (1973). Evolución del contenido y de las características del aceite esencial en las naranjas 'comuna' cultivadas en la zona de Valencia. Agroq. Tecnol. Alim., 13: 573.

JULIÁ, J.F.; CORTÉS, J.M. (1990). Análisis de la década de los 80 y perspectivas. En: Presente y futuro de la exportación de cítricos en fresco. Ed. Aedos. España, 179 pp.

LAMPKIN, N. (1998). Agricultura ecológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 726 pp.

LÓPEZ, J. (1995). La naranja, composición y cualidades de sus zumos y esencias. Ed. Consellería de Agricultura y Medio Ambiente. Generalitat Valenciana, 414 pp.

MAGRANER, S.; DOMÉNECH, J. (2000). El futuro de los cítricos. Ed. Vivercid. Valencia, 49 pp.

PRIMO, E. (1979). Cítricos y derivados. En: Química agrícola, Vol. III. Ed. Alhambra, S.A. Madrid, 373-442.

PRIMO, E.; ROMERO, R.; SALA, J.M. (1972). Estudio comparativo de las principales variedades cultivadas en la región valenciana. Agroq. Tecnol. Alim., 12: 291.

PRIMO, E.; ROYO, J.; SALA, J.M. (1963). Calidad de las variedades de naranja. Significación estadística de los valores de vitamina C. Agroq. Tecnol. Alim., 3: 341.

REIG, A. (1943). Análisis cuantitativo de las esencias del fruto de los agrios más cultivados en España. Bol. Inst. Nal. Invest. Agron., nº 33.

RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; CAROT SIERRA, J.M.; VIDAL, E. (2002). Comparación de Parámetros de Calidad en Hortalizas de Hoja Ancha bajo Sistemas de Producción Ecológica y Convencional. Agrícola Vergel, 241: 26-32.

ROGER, J.M. (1985). El suelo vivo: manual práctico de la agricultura. Cuaderno de Integral, 5: 1-137.

SANCHOTENE, A. (1998a). Características y desarrollo de las principales variedades de cítricos producidas y comercializadas en España. Levante Agrícola nº 342 (1), 4-20.

SANCHOTENE, A. (1998b). Características y desarrollo de las principales variedades de cítricos producidas y comercializadas en España. Levante Agrícola nº 343 (2), 131-140.

SOLER SANGÜESA, D.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A. (2001). Comparación de los parámetros de calidad en variedades citrícolas ecológicas y convencionales; Trabajo final de carrera. Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, 157 pp.

TORTOSA, A.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ, A.; CAROT, J.M. (2001). Comparación de parámetros de calidad de frutos cítricos de origen ecológico y convencional. Trabajo final de carrera. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, 165 pp.

http//www.comafru.org.ar

http://www.infoagro.com/citricos

Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva

M. D. RAIGÓN[1], V. GARCÍA MENACHO[2], M.D. GARCÍA MARTÍNEZ[1]

[1] Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 21. 46010 Valencia. *e-mail: mdraigon@qim.upv.es; magarma8@euita.upv.es.*

[2] Estació Experimental Agraria de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent; e-mail: *esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es*.

RESUMEN

Las diversas crisis del sector agroalimentario han abocado al consumidor a exigir productos de mayor calidad y seguridad. Paralelamente se han incrementado las producciones dentro del marco ecológico, de desarrollo sostenible. Estas tendencias, junto con las nuevas pautas socioculturales de consumo y valoración de los alimentos, plantean la importancia y necesidad de realizar estudios que analicen la evolución y el cambio en la producción agroalimentaria, sobre todo dirigida a la búsqueda de parámetros diferenciadores entre los sistemas de producción, atendiendo a los atributos de calidad que caracterizarán a los productos procedentes de los diferentes sistemas de producción ganadera, en relación a sus valores cualitativos y nutricionales, como por ejemplo, el contenido en agua, proteína, contenido graso, etc.

El principal objetivo de este estudio es determinar las diferencias en la calidad de huevos procedentes de una explotación ecológica y los de producción intensiva o tradicional. Se estudiaron los diversos parámetros relacionados con el producto en fresco, como son las unidades Haugh, porcentaje de albumen denso, color de la yema, índice de yema, altura de la cámara de aire, índice de forma del huevo y peso. Los resultados indican que las mayores diferencias se obtienen en cuanto a los valores de la cámara de aire (significativamente superiores en los huevos intensivos) y al valor de las unidades Haugh. Aunque la fecha de puesta es la misma para los dos grupos de muestras analizadas, en los huevos procedentes del sistema ecológico se obtienen niveles de calidad superiores a los intensivos, relacionándose estrechamente la producción ecológica con el menor peso de los huevos (aún siendo de la misma categoría) y el mayor valor de las unidades Haugh.

INTRODUCCIÓN

Las diversas crisis alimentarias, sobre todo en el sector de los productos cárnicos, han acercado al consumidor de forma peligrosa a una desconfianza total respecto a este sector y han provocado la búsqueda de alternativas a la producción en el sector primario, que garanticen la inocuidad de los productos alimentarios.

Paralelamente a las crisis del sector se han incrementado las explotaciones agrícolas y ganaderas en las cuales se practican sistemas ecológicos, que pretenden aprovechar los recursos naturales para conseguir el desarrollo sostenible.

Los sistemas de producción animal pueden ser una parte esencial de los programas agrícolas siempre que sean ecológicamente sostenibles y que los subproductos del sistema de producción no sean perjudiciales para el medio ambiente. La cría ecológica de animales se asienta en el principio de un fuerte vínculo entre los animales y las explotaciones agrarias. Esta necesidad de vínculo a la tierra obliga a que los animales tengan acceso a zonas de ejercicio al aire libre y a que la alimentación que reciben no sólo sea ecológica, sino preferentemente producida en la propia granja.

La ganadería ecológica se basa en tres pilares fundamentales que son salvaguardar la salud del consumidor y el bienestar animal, así como defender la sostenibilidad del medio ambiente (CEE, 1999).

Los objetivos de la producción ecológica son los mismos al tratarse de productos vegetales o animales, es decir, empleo de prácticas restrictivas desde el punto de vista de la protección del medio ambiente, ocupación más armoniosa del espacio rural, bienestar de los animales y producción de productos agrícolas de gran calidad (DE SILGUY, 1999).

Los alimentos producidos en estas explotaciones agrarias son lógicamente más saludables. Sus vegetales contienen menos cantidad de agua y más materia seca, por lo que son de mejor calidad y se conservan durante más tiempo (RAIGÓN y col., 2002). La carne procedente de estas granjas no incluye restos de hormonas, antibióticos u otros medicamentos y su sabor es mejor, menos estándar que los industrializados (RODERICK y col., 1999).

En la explotación intensiva de la gallina ponedora, se aplican las técnicas zootécnicas más modernas, mediante una gestión altamente cualificada con la finalidad de obtener un producto (el huevo de consumo) en la mayor cantidad, de la mejor calidad y al menor coste posible en cada circunstancia, sin generar perjuicios significativos ni a las aves ni al medio (BUXADÉ, 2000).

Las tendencias de cambio sociocultural, político, de consumo y valoración de los alimentos, plantean la importancia y necesidad de realizar estudios que analicen la búsqueda de parámetros diferenciadores entre los sistemas de producción, atendiendo a los atributos de calidad que caracterizarán a los productos procedentes de los diferentes sistemas de producción ganadera, en cuanto a sus valores cualitativos y nutricionales.

El huevo es uno de los alimentos más completos que existe en el mercado, y uno de los principales en nuestra dieta. En España se consumen una media de 223 huevos por persona al año, incluidos los huevos enteros y los subproductos, lo que demuestra que es un pilar fundamental de la alimentación (MAPA, 2001).

El huevo es un alimento sano y muy completo. Tanto por la variedad de nutrientes que contiene, como por su elevado grado de utilización por nuestro organismo, además es un alimento que puede ser consumido prácticamente por todos los grupos poblacionales (*www.institutohuevo.com*).

La industria europea productora de huevos tiene que encontrar medios para incrementar la demanda de los consumidores y una forma de hacerlo es ofreciendo mayor calidad y seguridad alimentaria en sus productos. Por ello, el principal objetivo de este trabajo es determinar las diferencias de calidad externa, como el peso, porcentaje de albumen denso, índice de yema, índice de forma, cámara de aire, etc. entre huevos de producción ecológicos y de producción intensiva o tradicional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo los objetivos marcados se trabajó con 12 muestras de huevos ecológicos y otras tantas procedentes de sistemas avícolas intensivos. La edad de las gallinas ha sido la misma en todo el ensayo. Las muestras llegaron al laboratorio dispuestas en envases de una docena que para el sistema ecológico procedían de la granja «Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica. El Teularet», Enguera (Valencia), y de una granja distanciada unos 50 km de la ecológica, para el caso de la intensiva. Los huevos se recogían el mismo día y principalmente a la misma hora, pertenecían a la misma clase (M, de 53 a 63 y g por huevo) y todos eran de cáscara coloreada. Una vez recogidas las muestras se someten a las mismas condiciones de almacenamiento y tratamientos. Se numeran con códigos distintos para evitar en cualquier caso una confusión que pudiera interferir en los resultados finales.

Las determinaciones realizadas han sido:

- Peso de los huevos, para clasificarlos dentro de una categoría comercial.
- Cámara de aire, para estimar la frescura del huevo. Se debe observar en una sala oscura, al trasluz mediante un ovoscopio, midiendo la altura de dicha cámara de aire con una escala graduada, en su perpendicular (PERIS, 2001).
- El índice de forma, para establecer el nivel de resistencias a las roturas (BUXADÉ, 2000). Además, los huevos muy redondos o alargados no son agradables desde un punto de vista comercial.
- Unidades Haugh, es una medida para la clasificación de los huevos en base al espesor del albumen corregido por el peso del huevo (BAIN, 2001).
- Porcentaje de albumen denso (PERIS, 2001).
- Color de la yema (HERNÁNDEZ y BLANCH, 2000).
- Índice de forma de la yema (PERIS, 2001).

El estudio estadístico de los resultados de los parámetros analizados ha consistido en la realización de un estudio individual de cada uno de los parámetros para concretar la información que sobre ellos poseen los huevos estudiados. Como sistema de comparación de análisis de varianza se ha empleado el método LSD con un nivel de significación del 5%. Se ha realizado también un estudio entre variables. Este apartado tiene como objetivo analizar las posibles relaciones entre los parámetros, de mayor interés.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio del peso del huevo, en función del sistema productivo, así como los niveles de significación (al 95% de confianza) se muestran en la Figura 1. Se observa que, aunque todos los huevos analizados pertenecen a la misma categoría comercial, el peso promedio de los huevos intensivos es mayor que en los ecológicos (aunque sin observarse diferencias significativas). Por el contrario los huevos intensivos tienen un índice de forma muy redondeado (76), estando los ecológicos en el punto óptimo del índice de forma (74), siendo las diferencias entre ambos grupos significativas (al 95% de confianza).

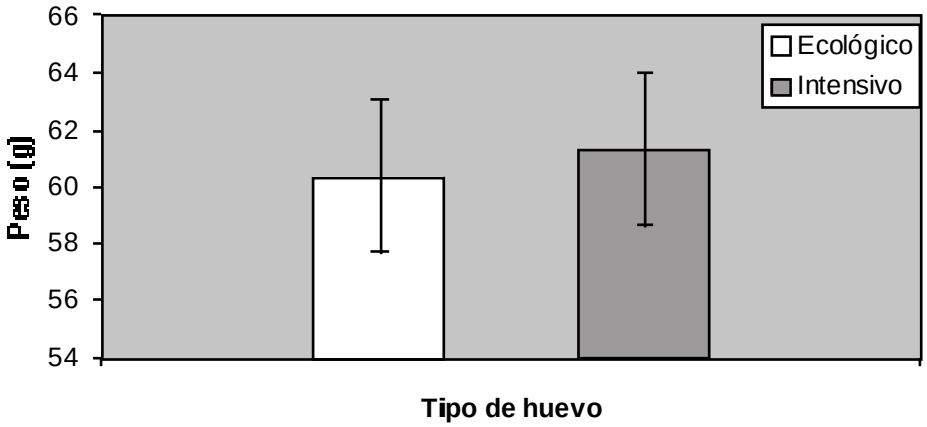


Figura 1. *Comparación del peso (g) del huevo ecológico e intensivo*

Los huevos alargados presentan una mayor tendencia a sufrir roturas en las líneas de recogida y selección, ya que se adaptan menos a ellas y no se deslizan con tanta suavidad como los redondeados, produciéndose fisuras que desmerecen la calidad final del huevo.

Por otra parte, los huevos muy redondeados no son agradables a la vista, dan un aspecto poco convencional y no son bien recibidos en el mercado. La forma más idónea es la que presentan los huevos ecológicos, clasificada como óptima.

Entre los parámetros de calidad interna evaluados en los dos tipos de huevos, destaca la determinación de la cámara de aire, importante porque aporta información sobre la frescura del huevo, es menor en los huevos ecológicos que en los intensivos, siendo indicador de que los huevos ecológicos mantienen su frescura durante más tiempo.

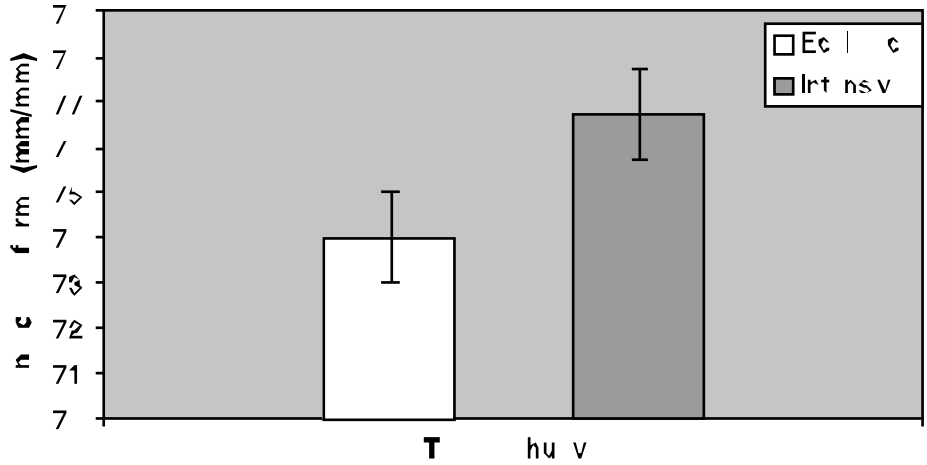


Figura 2. *Valores del índice de forma del huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%*

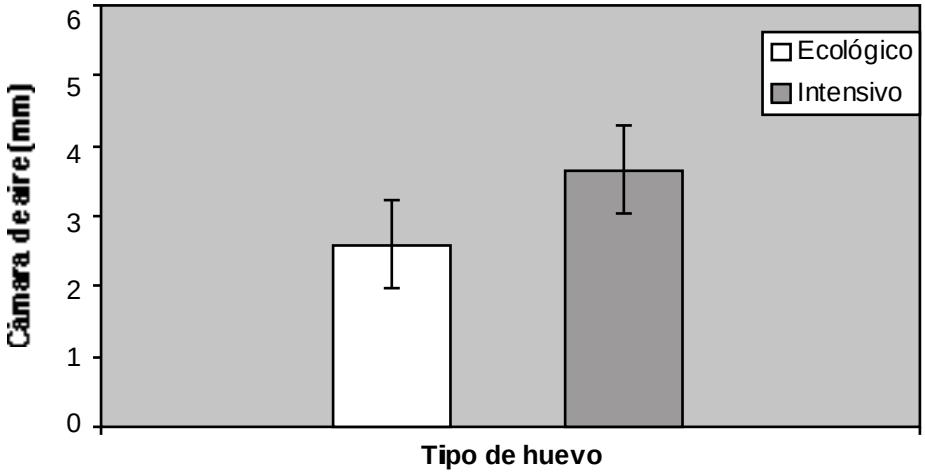


Figura 3. *Valores de la cámara de aire en el huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%*

La cámara de aire va aumentando conforme se incrementa el intercambio gaseoso entre el huevo y el medio. Una mayor porosidad de la cáscara de huevo permitirá un aumento más rápido de la cámara y por lo tanto también mayor degradación de la calidad del huevo, ya que se fluidificará más rápidamente el albumen.

La calidad del albumen se analizará en función del Porcentaje de albumen denso y de las unidades Haugh. Los huevos ecológicos se clasificarían como excelentes «Tipo AA» (>79 U.H.), mientras que los intensivos estarían dentro de la categoría buena «Tipo A» (79-55 U.H).

Las diferencias en el porcentaje de albumen denso no han sido significativas, aunque los huevos ecológicos presentan mayor valor. Los valores de las unidades Haugh, sí han presentado diferencias significativas, siendo superior para los huevos de producción ecológica.

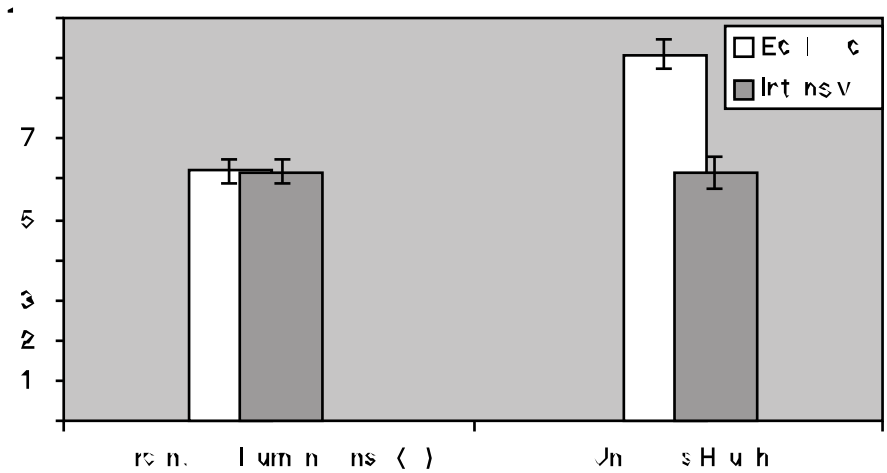


Figura 4. *Valores de albumen denso (%) y unidades Haugh en el huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%*

Un alto porcentaje de albumen denso indica una mayor frescura del huevo, dado que hay una menor fluidificación del albumen y el huevo está menos degradado. Las unidades Haugh representan la frescura del huevo mediante la altura de su albumen, y éste es más alto cuanto mayor es su frescura.

Un estudio realizado en los Estados Unidos (PATTERSON y col., 2001) se comparó la calidad de huevos especiales (entre los que se engloban los ecológicos) frente a los convencionales, los resultados obtenidos están en discordancia con los del presente trabajo, adquiriendo los huevos especiales, menor valor en unidades Haugh que los huevos de producción convencional.

El índice de yema informa sobre la forma ideal de la misma, cuanto mayor sea el índice de yema se pone de manifiesto la mayor frescura del huevo, ya que la yema se presenta más compacta. Los dos grupos muestreados presentan una calidad de yema buena (valores entre 35-65 de índice de yema), aunque los huevos ecológicos superan significativamente (al 95% de confianza) la calidad de los intensivos.

Por otra parte, la calidad de la yema viene más determinada por su color que por cualquier otro parámetro (KACPRZAK, 1999), se buscan colores altos en la escala de Roche, cercanos a los 14, en este aspecto, se observa (Figura 5) una mayor valoración cromática en los huevos ecológicos que en los intensivos, aunque las diferencias no han sido significativas.

Es evidente que existe una clara relación entre el comportamiento de los parámetros analizados en cada muestra en función de que pertenezca a un sistema de producción ecológico o intensivo. Esta información se puede estudiar a partir de la matriz de correlaciones de los parámetros que recogen los valores de cada muestra y de su correspondiente sistema de producción. Para resumir esta información se emplea el análisis factorial. Las variables que están correlacionadas entre sí y que son además suficientemente independientes de otras, se agrupan en factores. Cada factor está constituido por una combinación lineal de un subconjunto de las variables originales y es independiente de los otros factores.

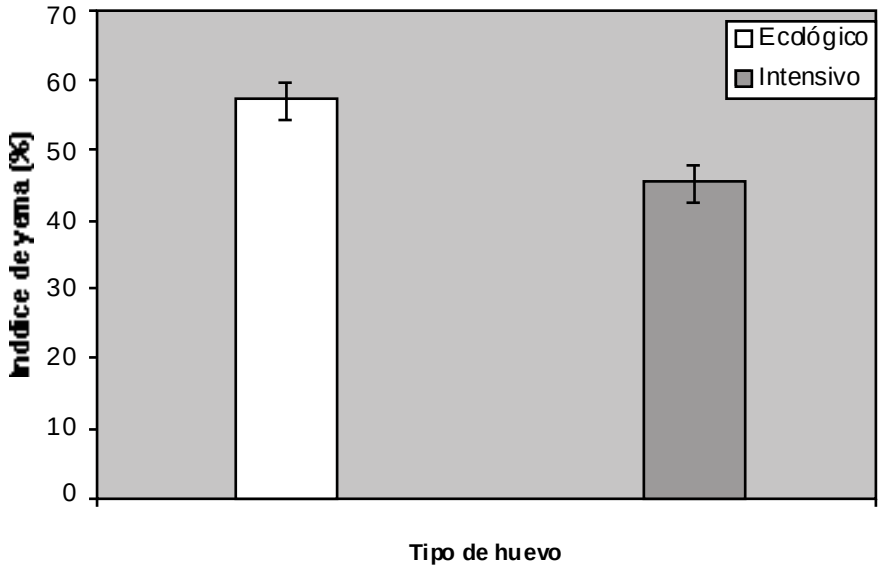


Figura 5. *Valores de índice de yema en el huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%*

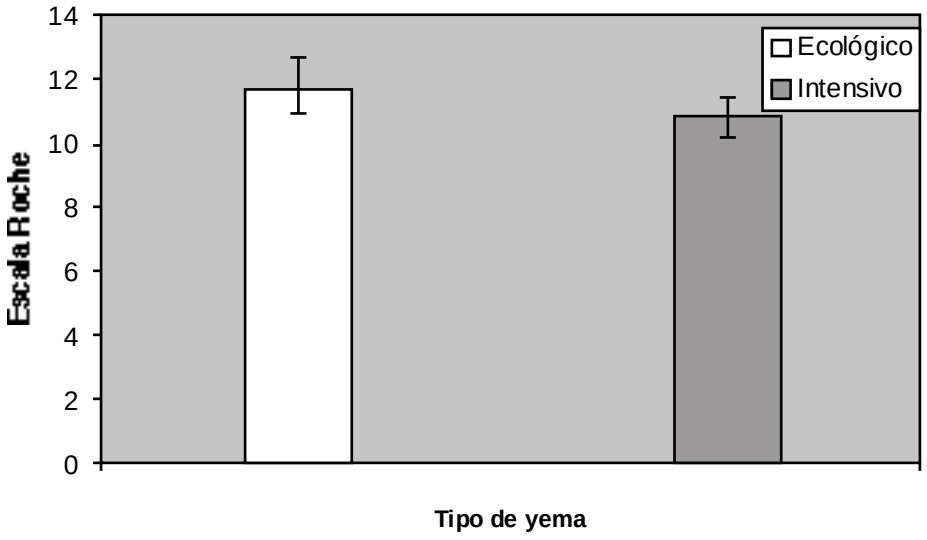


Figura 6. *Niveles de color de yema en la escala Roche. Valores en el huevo ecológico e intensivo. Intervalos de confianza al 95%*

Los resultados indican que se han obtenido 2 factores principales (Figura 7) con los cuales se consigue explicar el 100% de la variabilidad de los resultados originales.

Atendiendo a los resultados del análisis factorial del presente estudio, se puede concluir que un aumento en el peso unitario del huevo repercute en una disminución en el valor de las uni-

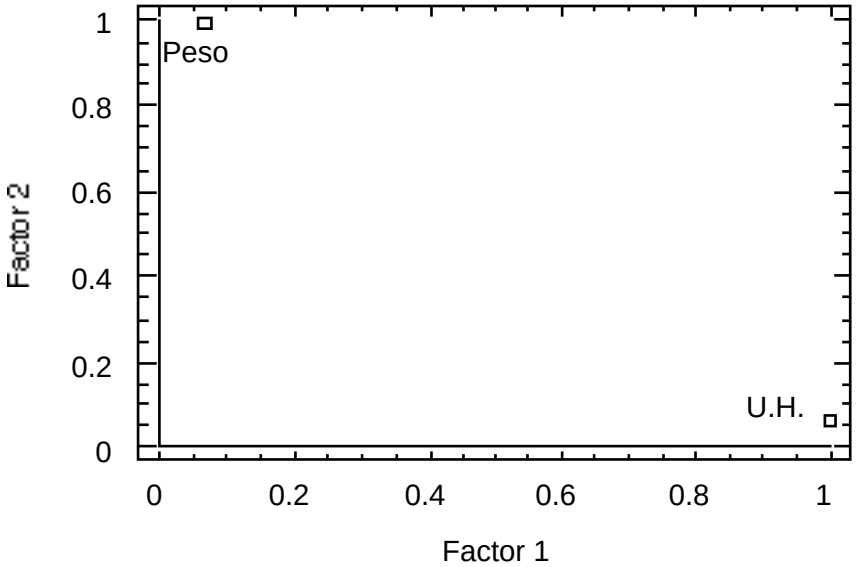


Figura 7. *Representación de las observaciones en el espacio factorial*

dades Haugh. Por lo que los huevos de producción ecológica, aunque por término medio presenten menor calibre muestran una mayor calidad interna.

CONCLUSIONES

Las características de los huevos analizados, tanto los de producción ecológica como los de origen intensivo, indican que se trata de huevos de la categoría A, huevos frescos en estado natural, sin transformaciones, es decir, con cáscara y cutícula normales, intactas y limpias. La cámara de aire es inmóvil y menor de 6 mm. La clara del huevo, más compacta para los ecológicos, es transparente, limpia, de consistencia gelatinosa y exenta de cuerpos extraños. La yema, más compacta para los ecológicos, es visible, sin contorno aparente, exenta de cuerpos extraños, y no se separa sensiblemente del centro al rotarlo (MAPA, 1981).

Por término medio los huevos ecológicos son más pequeños (aun dentro de la misma categoría), pero presentan mayor calidad interna.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal de la «Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica. El Teularet», por la contribución en los ensayos, los cuales se insertan dentro de un conjunto de acciones de colaboración entre CC.OO.PV. y la Consellería de Agricultura. «Masia d'Agricultura i Ramaderia Ecològica. El Teularet». Partida de El Teularet-Navalón. 46810 Enguera (Valencia). *E-mail:teularet@pv.ccoo.es.*

BIBLIOGRAFÍA

BAIN, M. (2001). La calidad interna del huevo. En: Control y mejora de la calidad del huevo. Jomadas teórico-prácticas organizadas por la CESAC. Reus (Tarragona), 1 y 2 de octubre.

BUXADÉ, C. (2000). La gallina ponedora, sistemas de explotación y técnicas de producción. 2ª Edición. ED. Mundi prensa, Barcelona, 639 pp.

CEE (1999). Reglamento nº 1.804/99, del Consejo de 19 de julio de 1999, sobre la Producción Ecológica y su indicación en los Productos Agrarios y Alimentarios.

DE SILGUY, C. (1999). La Agricultura biológica, técnicas eficaces y no contaminantes. Ed Acribia, S.A. Zaragoza, 129 pp.

HERNÁNDEZ, J.M; BLANCH, A. (2000). Perceptions of egg quality in Europe. International Poultry Production, 8: vol. 5.

KACPRZAK, S. (1999). L'influence de la couleur du jaune dans la perception de la qualite de l'oeuf. La revue de l'alimentation animale, 524.

MAPA (1981). Recopilación Legislativa Alimentaria. Capítulo 14. Huevos y derivados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MAPA (2001). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. «Boletín Mensual de Estadística Agraria».

RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ GENTO, A.; CAROT SIERRA, J.M.; VIDAL, E. (2002). Comparación de Parámetros de Calidad en Hortalizas de Hoja Ancha bajo Sistemas de Producción Ecológica y Convencional. Agrícola Vergel, 241: 26-32.

PATTERSON, P.H.; KOELKEBECK, K.W.; BELL, D.D.; CAREY, J.B.; ANDERSON, S.K.; DARRE, M.J. (2001). Egg marketing in national supermarkets: specialty eggs. Poultry-scy. Savoy, IL: Poultry Science Association. V. 80 (4) p. 390-395.

PERIS, C. (2001). Apuntes de productos animales. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

RODERICK, S.; HOVI, M.; SHORT, N. (1999). Animal health and welfare in organic livestock systems: Identification of constraints and priorities. First sren workshop on research methodologies in organic farming proceedings. R. Zanoli and R. Krell (Eds.). Ed. FAO. Roma, 177 pp.

www.institutohuevo.com. Instituto de estudios del huevo, Madrid.

Nitratos y materia seca en hortícolas cultivadas en invernadero y en extensivo con nutrición orgánica versus mineral

J.C. RUIZ, J.F. HERENCIA, S. MELERO, J.A. RUIZ

[Centro de Investigación y Formación Agraria «Las Torres - Tomejil» (CIFA). Apartado de correos oficial. 41200 Alcalá del Río (Sevilla). ce: cifatorr@cap.junta-andalucia.es)].

RESUMEN

En un experimento de cinco años llevado a cabo en la finca del C.I.F.A. «Las Torres y Tomejil», de suelo franco, situada en el término municipal de Alcalá del Río (Sevilla), se han estudiado la materia seca y el contenido en nitratos de productos hortícolas cultivados en parcelas nutridas orgánicamente versus parcelas con nutrición mineral, en dos sistemas de cultivo: intensivo de invernadero y extensivo de exterior.

Los resultados revelan que en la materia seca, salvo en algún caso puntual, no se aprecian diferencias significativas respecto a la nutrición mineral u orgánica y que en el contenido en nitratos las diferencias no son estadísticamente diferentes si bien se observa una clara tendencia hacia contenidos menores en los productos orgánicos.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica tiene por cometido el obtener alimentos sanos, de elevada calidad nutritiva y en cantidad suficiente, respetando el medioambiente y conservando la fertilidad de la tierra y la diversidad genética (I.F.O.A.M., 1999).

La calidad puede definirse por el conjunto de características de un producto para satisfacer los requisitos exigidos y deseables para su consumo.

Numerosos análisis comparativos se han realizado entre distintos productos convencionales y ecológicos en cuestiones de calidad (SCHUPMAN, 1974; WISTINGHAUSEN, 1979; CAYUELA y ALBI, 1995; GUTIÉRREZ y col., 1996).

Entre los distintos parámetros de calidad nutricional nos centraremos en la materia seca y los contenidos de nitratos de los productos hortícolas generados en sistemas orgánicos y minerales. Un mayor contenido de materia seca en los vegetales fertilizados orgánicamente se ha puesto de manifiesto en diferentes estudios (SCHUPMAN, 1974; WHOESE y col., 1997; DLOUHY, 1981). Sin embargo, otros autores no encuentran esas diferencias significativas entre productos convencionales y orgánicos (MATALLANA y col., 1998; PÉREZ-LLAMAS y col., 1996).

Los nitratos, como es bien conocido, plantean problemas de salud debido a su posible transformación en nitritos que pueden interaccionar con la hemoglobina, disminuyendo la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre (CAUSERET, 1984) y también combinarse con aminas secundarias y terciarias dando lugar a nitrosoaminas, compuestos potencialmente cancerígenos (FARRÉ y FRÍGOLA, 1987).

Son muchos los factores que afectan a la acumulación de nitratos, siendo algunos controlables como es la concentración nitrogenada del suelo pero la mayor parte lo son difícilmente (iluminación, temperatura, factores genéticos, edad y parte de la planta, etc.).

Varios investigadores han encontrado un menor contenido de nitratos en cultivos ecológicos (SCHUPMAN, 1974; LAIRON y col., 1984; STOPES y col., 1988). Otros autores no encuentran claras diferencias frente a producciones convencionales (BAZIER y col., 1966; NILSSON, 1979; MATALLANA y col., 2000).

También hay aportaciones sobre contenidos en nitratos de carácter estacional que indican que su concentración se equipara en cultivos convencionales y ecológicos especialmente en el ciclo de otoño-invierno (TEMPERLI y col., 1982).

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo en la estación experimental del CIFA «Las Torres-Tomejil» Alcalá del Río (Sevilla) en parcelas de un suelo típico Xerofluvent, de textura franca, pH 8 y una conductividad eléctrica de 0.13 dS/m (extracto 1:2,5), con una permeabilidad de 2 x 10^{-4} cm/s, una capacidad de retención de agua de 220 mm en los primeros 100 cm del perfil del suelo y que han sido sometidas desde 1995 a nutrición diferenciada, orgánica y mineral, y en dos sistemas de cultivo: intensivo de invemadero y extensivo de exterior.

Previo estudio del suelo (Tabla I) y constatación de su homogeneidad, se habilitaron parcelas con nutrición orgánica y sus homólogas con fertilizantes minerales. En el invemadero dividido en cuatro sectores, dos recibieron nutrición orgánica y los otros dos mineral, con tres parcelas con distinto cultivo por sector y repetidas en todos ellos con el objetivo de huir del monocultivo. En el exterior, dos parcelas divididas a su vez en dos subparcelas que han recibido nutrición diferenciada igualmente desde el comienzo de la experiencia.

Tabla I. Datos analíticos previos de suelo. MO, materia orgánica; N, nitrógeno; P, fósforo; K, potasio

Parámetros	Nº muestras	Media	Desv. Std.	C.V.	Mínimo	Máximo
MO	15	1,0839	0,1599	14,750	0,850	1,490
N	15	0,0912	0,0141	15,508	0,065	0,120
P	15	22,7330	3,4737	15,280	18,000	32,000
K	15	246,5300	53,0160	21,505	156,000	299,000

Las parcelas minerales recibieron las aportaciones NPK usuales para cada cultivo. Las cantidades de compost que se aportaron a las orgánicas variaron entre 30.000 y 50.000 kg/ha.

Todos los sistemas han soportado hasta dos ciclos de cultivo anuales, aunque a veces algún cultivo se ha prolongado más de uno, habiéndose llevado a cabo rotaciones sin repetir cultivos de la misma familia al menos hasta el cuarto ciclo.

Se efectuaron muestreos del cultivo en cuatro parcelas elementales elegidas al azar entre todas las que se dividió cada subparcela, mineral u orgánica. En total han supuesto 16 muestras en invernadero y ocho muestras en parcelas exteriores, orgánicas y minerales, en cada cultivo. Se trata de un diseño estadístico en que se comparan las medias muestrales de dos tratamientos diferenciados para ver su repercusión en los parámetros estudiados, aplicando la t de Student. Valores de $p<0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

En todos los cultivos estudiados se han analizado la materia seca y el contenido de nitratos.

La materia seca se determinó mediante secado de la muestra a 65ºC hasta peso constante y para los nitratos se siguió el método de Kampshake y col. (1967) basado en la determinación colorimétrica con un autoanalizador del nitrato tras reducción a nitrito por sulfato de hidracina y posterior determinación del compuesto coloreado producido con la sulfanilamida y N-1-naftiletilendiamina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se representan los contenidos medios en materia seca de producciones minerales y orgánicas de tres cultivos de invernadero, acelga, tomate y judía, datos recopilados de al menos dos ciclos de cultivo. Su comparación estadística (Tabla II) muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) entre producciones orgánicas y minerales para la acelga ($p= 0,008$) pero no para el tomate ($p= 0,119$) y la judía ($p= 0,08$).

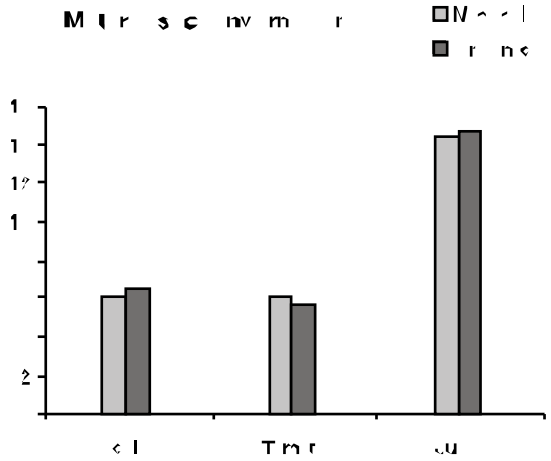


Figura 1. *Materia seca en cultivo de invernadero. Las columnas con la misma letra n son estadísticamente diferentes*

Tabla II. Materia seca en cultivos de invernadero. M, mineral; O, orgánica; N, número muestras

Cultivo	Media M	Media O	t	g.l.	p	N. M.	N. O.	Desv. St. M	Desv. St. O	F-ratio	p-varianzas
Acelga	6,15	6,52	2,72	74	0,008	39	37	0,51	0,65	1,65	0,13
Tomate	6,16	5,67	1,62	24	0,12	10	16	0,60	0,83	1,90	0,33
Judía	14,49	14,73	1,80	30	0,08	16	16	0,51	0,19	7,56	0,0004

En cuanto al contenido en nitratos, en la Figura 2 se visualizan los valores medios y la tabla III nos muestra la no existencia de diferencias significativas en ningún caso, aunque aparentemente muy distintos esos valores en el caso de la acelga, donde hay que resaltar la gran dispersión de los mismos dada por los altos valores de sus desviaciones estándar y que hace que no podamos decir con una confianza del 95% que sean diferentes.

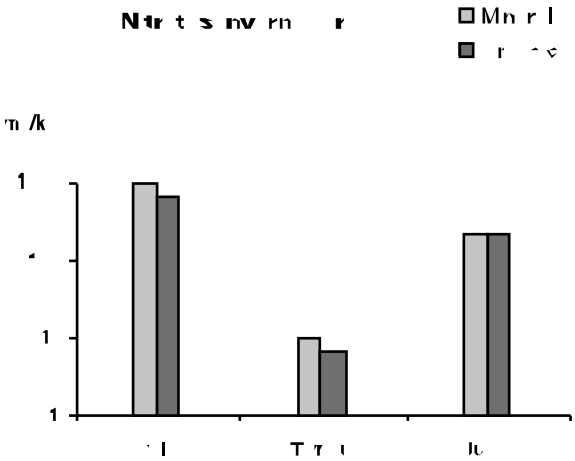


Figura 2. *Contenido de nitratos en cultivo de invernadero (escala logarítmica). Las columnas con la misma letra n son estadísticamente diferentes*

Tabla III. Nitratos en cultivos de invernadero. M, mineral; O, orgánica; N, número muestras

Cultivo	Media M	Media O	t	g.l.	p	N. M.	N. O.	Desv. St. M	Desv. St. O	F-ratio	p-varianzas
Acelga	923,28	652,55	1,56	66	0,12	34	34	781,83	639,07	1,50	0,25
Tomate	10,16	6,51	1,79	24	0,085	10	16	6,74	3,68	3,36	0,04
Judía	221,47	228,74	-0,19	30	0,85	16	16	102,81	115,38	1,26	0,66

Respecto a las parcelas de exterior las Figuras 3 y 4 muestran así mismo los valores medios de materia seca y nitratos respectivamente de patata, zanahoria, lechuga y coliflor y las Tablas IV y V muestran la comparación respecto a esos parámetros de las producciones orgánicas y minerales de cada cultivo. De ellas se desprende la no existencia de diferencias significativas en ningún cultivo ni respecto a ambos parámetros aunque también nuevamente destaca la gran dispersión de los datos sobre contenido en nitratos que hace que como máximo podamos afirmar que son diferentes con el 94,8% de confianza, en el caso de la zanahoria.

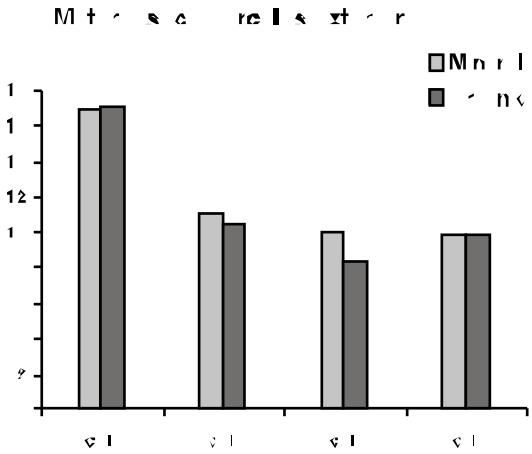


Figura 3. *Materia seca en cultivo de parcelas exterior. Las columnas con la misma letra n son estadísticamente diferentes*

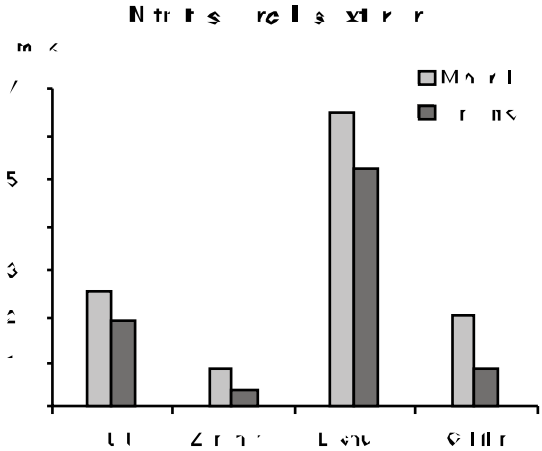


Figura 4. *Contenido de nitratos de cultivo de parcelas exterior. Las columnas con la misma letra n son estadísticamen - te diferentes*

Tabla IV. Materia seca en cultivos de exterior. M, mineral; O, orgánica; N, número muestras.

Cultivo	Media M	Media O	t	g.l.	p	N. M.	N. O.	Desv. St. M	Desv. St. O	F-ratio	p-varianzas
Patata	16,98	16,99	0,014	58	0,989	30	30	5,96	5,71	1,09	0,82
Zanahoria	11,02	10,52	0,72	22	0,478	12	12	1,92	1,38	1,95	0,28
Lechuga	10,00	8,18	1,11	10	0,295	6	6	3,53	1,94	3,30	0,22
Coliflor	9,74	9,76	-0,09	10	0,932	6	6	0,40	0,26	2,46	0,35

Tabla V. Nitratos en cultivos de exterior. M, mineral; O, orgánica; N, número muestras

Cultivo	Media M	Media O	t	g.l.	p	N. M.	N. O.	Desv. St. M	Desv. St. O	F-ratio	p-varianzas
Patata	252,56	188,73	0,67	50	0,505	30	22	381,92	266,77	2,05	0,09
Zanahoria	83,91	38,59	2,06	22	0,052	12	12	73,23	21,64	11,45	0,0003
Lechuga	648,65	527,42	0,78	10	0,452	6	6	226,88	304,01	1,80	0,54
Coliflor	202,42	83,85	1,51	7	0,176	4	5	155,71	77,08	4,08	0,21

Como conclusiones, en las condiciones de cultivo en que hemos desarrollado este trabajo, donde la única diferenciación establecida ha sido la nutrición orgánica o mineral, siendo el resto de prácticas agrícolas idénticas y no habiéndose utilizado productos fitosanitarios de síntesis, podemos establecer que, salvo en algún caso puntual, no hemos apreciado diferencias en cuanto al contenido en materia seca; respecto a la acumulación de nitratos por los cultivos se observan concentraciones muy superiores en los cultivos de hoja mostrándose en general estos datos muy dispersos y con una clara tendencia a ser superiores en la nutrición mineral aunque no significativamente al 95% de confianza. Estos resultados nos acercan a los obtenidos por autores como Nilsson (1979), Matallana y col. (2000) o Bazier y col. (1966); no obstante, no pueden asimilarse plenamente a las aportaciones bibliográficas puesto que en nuestra situación los cultivos minerales no son estrictamente convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

BAZIER, R., A. GUERILLOT-VINET, J. GUERILLOT (1966). Influence de quelques fumures sur les acides amines du grain de blé et de la racine de carotte. *Ann. Agron*., 17 (6), 673-686.

CAUSERET, J. (1984). Nitrates, nitrites, nitrosamines: apports alimentaires et santé. *Ann. Fals. Exp. Chim.*, 77, 131-151.

CAYUELA, A., M.A. ALBI (1995). El fresón ecológico. Dpto. de Fisiología y Tecnología de Productos vegetales del Instituto de la Grasa (CSIC). Sevilla.

DLOUHY, J. (1981). Alternativa odling fomer. Vaxtprodukters Kvalitet vid Konventionell och Biodynarnik olding. Reports of the Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 91, 182 pp.

FARRÉ, R., A. FRÍGOLA (1987). Nitratos: Aspectos bromatológicos, toxicológicos y analíticos. *Alimentaria*, XXIV (179), 15-21.

GUTIÉRREZ, F.; T. ARNAUD; M.A. ALBI (1996). Influencia del cultivo ecológico del olivar sobre la calidad del aceite de oliva virgen obtenido. Instituto de la Grasa (CSIC). Sevilla.

KAMPSHAKE, L.J., S.A. HANNAH, J.M.COHEN (1967). Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. *Water Resour. Res*.,1, 205-216.

IFOAM (1999). Los fines esenciales de la agricultura y el procesamiento ecológicos. Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica, Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.

LAIRON, D., N. SPITZ, E. TERMINE, P. RIBAUD, H. LAFONT, J.C. HAUTON (1984). Effect of organic and mineral nitrogen fertilization on yield and nutritive value of butterhead lettuce. *Qual. Plant. Plant. Foods Hum. Nutr.*, 34, 97-108.

MATALLANA, Mª C.; Mª CÁMARA; Mª J. MARTÍNEZ (1998). Estudio del contenido de vitaminas hidrosolubles (B1, B2, B6 y C) en lechuga (Lactuca Sativa L.) procedentes de cultivo ecológico. *Alimentaria*, jun 98, 39-42.

MATALLANA, Mª C., Mª L. PÉREZ-RODRÍGUEZ, B. HERNANDEZ, A. OLIVES (2000). Estudio del contenido de nitratos, nitritos y vitamina C en productos hortícolas de cultivo ecológico. *Alimentaria*, octubre 00, 111-117.

NILSSON, T. (1979). Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. *Acta Horticulturae*, 93, 209-223.

PÉREZ-LLAMAS, E., L. NAVARRO, J.F. MARÍN, J.A. MADRID, S. ZAMORA (1996). Estudio comparativo sobre la calidad nutritiva de alimentos procedentes de la agricultura ecológica y convencional. *Alimentaria*, julio-agosto, 39-44.

SCHUPHAN, W. (1974). Nútritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. *Qual Plant., Plant. Foods Hum. Nutri.*, 23, 233-358.

STOPES C., L. WOODWARD, G. FORDE, H. VOGTMANN (1988). The nitrate content of vegetable and salad crops offered to the consumer as from organic or conventional production systems. *Biological Agriculture and Horticultu - re*, 5, 215-221.

TEMPERLI, A., V. KUNSCH, H. SCHARER, P. KONRAD, H. SUTER, P. OTT, M. EICHENBERGER UND 0. SCH-MID (1982). Einfluss zweier Anbauweisen auf den Nitratgehalt van Kopl salat. Schweiz. landw. Fo., 21 (3-4), 167-196.

WISTINGHAUSEN, E. VON (1979). Was ist Qualität?, Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen?, en Schriften-reihe Lebendidige Erde. Forsschungsring für biologisch-dynamisch Wirtschafttsweise. Darmstat.

WOESE, K., D. LANGE, C.H. BOESS, K. WERNER (1997). A comparison of organically and conventionally grown foods: results of a review of the relevant literature. *J. Sci. Food Agric.*, 74, 281-293.

ZEMAN, F.J. (1991). Nutrition and Cancer. en F.J. Zeman (ed.), Clinical Nutrition and dietetics, 2ª ed., Nueva York, MacMillan Publishing Company, 571-598.

Niveles de nitratos y proteínas en hortalizas de hoja ancha ecológicas y convencionales

M.D. RAIGÓN[1], A. DOMÍNGUEZ-GENTO[2], S. TORREGROSA[1]

[1] EUITA. Universidad Politécnica de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 21. 46009 Valencia; mdraigon@qim.upv.es; saltoral@euita.upv.es
[2] Estació Experimental Agrària de Carcaixent, Pda. Barranquet, s/n. 46740 Carcaixent; esexag.carcaixent@agricultura.m400.gva.es

RESUMEN

Se evaluó la acumulación de nitratos sobre especies vegetales de hoja ancha (lechuga, col china, escarola, espinaca y acelga) y el contenido en proteínas de lechuga, col china y escarola, de cultivos procedentes de diversas parcelas de la provincia de Valencia, además se han estudiado los efectos de dichos elementos en los tres sistemas de riego más comunes (por inundación, por aspersión y por goteo). El ciclo de cultivo fue de otoño-invierno. Los sistemas de producción han sido técnicas ecológicas, comparándose los valores con testigos de agricultura convencional. Los resultados indican que la acumulación de nitratos es inferior en un sistema de producción ecológico, independientemente del sistema de riego y de la especie vegetal estudiada. En cuanto al contenido de proteínas, los resultados indican que a mayor acumulación de nitratos existe un menor contenido proteínico, así pues, el material vegetal producido bajo técnicas de producción convencional posee una concentración de proteínas inferior, agravándose esta deficiencia nutritiva en las hojas exteriores del material vegetal y por tanto, las hojas internas de especies hortícolas con mayor índice de acogollamiento (lechuga y col china) bajo sistemas productivos ecológicos disponen de elevados contenidos en proteínas y su deriva en una mayor calidad.

Palabras clave: Hortalizas de hoja ancha, nitratos, proteínas, sistema de riego.

INTRODUCCIÓN

El uso abusivo de los recursos agrícolas y naturales, habitual en los actuales sistemas de agricultura industrializada se hace insostenible (MURRAY, 1994), lleva al agotamiento del suelo, haciéndolo improductivo, a la contaminación del agua con nitratos y sustancias tóxicas, a la simplificación de la diversidad genética, se pierde la calidad de los alimentos y se consumen grandes cantidades de combustibles fósiles. La agricultura ecológica es una forma diferente de enfocar la producción agraria, basada en el respeto al entorno y producir elementos sanos, de la máxima calidad y en cantidad suficiente. Utiliza como modelo a la misma Naturaleza, extrayendo de ella toda la información posible, aunada con los actuales conocimientos técnicos y científicos.

El nitrógeno es un elemento imprescindible para todos los seres vivos y las plantas lo absorben fundamentalmente en forma nítrica disuelto en la solución del suelo (WILD, 1992). Los campos de cultivo son abonados con sustancias nitrogenadas y en la mayoría de los casos el abonado se realiza directamente con nitratos y en exceso. Las sales nítricas, al ser las más solubles, pasan al agua en su infiltración hacia las capas freáticas (provocando su contaminación) o en la escorrentía hacia las aguas superficiales, otra fracción se absorbe y acumula en las plantas, originándose la sobreacumulación de nitratos en los productos agrícolas, y otra porción, a veces, es transformada por los microorganismos desnitrificadores del suelo en nitrógeno molecular, escapando a la atmósfera (DOMÍNGUEZ, 1994).

En la planta, el nitrógeno representa aproximadamente un 2% del peso total seco, llegando a alcanzar un 6% en tejidos jóvenes (FUENTES, 1997). Por un lado, forma parte de las proteínas, en las que representa aproximadamente un 16% en peso (URBANO, 1992), y de otros compuestos orgánicos esenciales como enzimas, coenzimas, vitaminas, ácidos nucleicos y clorofila; y por otro, aunque en menor medida, se encuentran formas inorgánicas, como nitratos, nitritos y formas amoniacales, precursoras de los aminoácidos que conforman las proteínas. De esta forma, en las plantas aumenta la proporción de formas nitrogenadas inorgánicas cuando se presentan anomalías en el metabolismo que dificultan la síntesis proteica.

El ión nitrato es la forma en que las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno que necesitan, a través de las raíces. En el interior, el nitrato se transforma en amonio y posteriormente en aminoácidos y proteínas mediante el proceso de fotosíntesis. Si la velocidad de absorción es superior a la de transformación, se acumulará nitrato en los tejidos vegetales. La acumulación de nitratos es función del tipo de planta de que se trate (especie, variedad, edad, parte, etc.) y de las condiciones de cultivo (temperatura, luz, riego, tipo de abonado y cantidad, momento de la recolección, tratamientos post-cosecha, etc.) (MAYOR y col., 1993). España, por sus condiciones climáticas, ocupa una posición ventajosa respecto a otros países europeos para la producción de hortalizas con bajo contenido en nitratos (VAN DIEST, 1990).

Las hortalizas de hoja acumulan más nitratos que las de fruto o raíz. A su vez, dentro de cada planta la acumulación de nitratos no es uniforme, por ejemplo, la lechuga concentra los nitratos en las hojas exteriores, mientras que la espinaca y la acelga los concentran en el pecíolo. En un estudio realizado por Imtiaz-Ahmad y col. (1993), se comprobó que en cultivos de espinacas abonados con distintas dosis de nitrógeno en forma de urea, la concentración de nitratos en las plantas aumentaba con la dosis de nitrógeno fertilizante.

En los cultivos hortícolas se suelen ocasionar importantes pérdidas de nitratos en el suelo, no sólo por las altas dosis de fertilizantes utilizados, sino también por la baja eficiencia en los sistemas de riego (RAMOS y OCIO, 1993). En la agricultura de regadío es fundamental conocer la aportación de nitratos incorporada por el agua de riego e incluirla en la dosis de fertilizante, así como la acumulación por los cultivos, ajustando la dosis de riego. Se ha de controlar la cantidad del agua de riego, evitando el estrés hídrico, ya que algunos autores indican que esta situación incrementa la concentración de nitratos en el material vegetal. Igualmente, un mal manejo del riego podría provocar el aumento de la concentración de nitratos en la solución del suelo y su acumulación en la planta (MERINO y ANSORENA, 1993).

Las hortalizas tienen un papel importante dentro de la dieta y deben tomarse medidas oportunas para mantener niveles aceptables de contaminantes agrarios. De hecho, los productos vegetales contribuyen con alrededor del 90% del peso de la ingesta diaria, 60% de la cual dan cuenta las lechugas, el repollo y las patatas (COULTATE, 1996), datos lógica-

mente diferentes en función de las costumbres alimentarias de la zona, pero que pueden ser orientativos.

El problema de los nitratos en los vegetales radica en que tras su ingesta pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo humano, especialmente en los niños de menos de tres meses de edad y en adultos con ciertos problemas. Los nitritos producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina, y ésta impide la correcta oxigenación del organismo. Una vez formados los nitritos, pueden reaccionar con las aminas presentes en nuestro organismo originando las nitrosaminas que tienen una acción cancerígena (DITTRICH y LEITZMANN, 1998). Los expertos de la OMS han fijado una ingesta diaria admisible sin riesgo aparente para la salud de 3.65 mg de ión nitrato y 0.113 mg de ión nitrito, por kilogramo de peso corporal, reduciendo a cero los nitritos en el caso de lactantes. Mendes y Costa (1996) indican que el 86% de la ingesta de nitratos proviene de las hortalizas, el 9% de las carnes, el 2% del pan, el 1.4% de las frutas y zumos, y tan sólo el 0.7% del agua.

El principal objetivo del presente trabajo es estudiar la acumulación del contenido de nitratos y los niveles de proteína en especies vegetales de hoja ancha (lechuga, col china, escarola, espinaca y acelga) procedentes de cultivos ecológicos y convencionales de diversas parcelas de la provincia de Valencia, además se han estudiado los efectos de dichos elementos en los tres sistemas de riego más comunes (por inundación, por aspersión y por goteo), así como la valoración de los parámetros estudiados en función de la situación de las hojas en el material vegetal (hoja interna y externa).

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal estudiado en este trabajo procede de distintas explotaciones agrarias, ecológicas y convencionales de la provincia de Valencia (España). La distribución de especies cultivadas, variedades, sistemas de producción, prácticas realizadas, y demás datos que caracterizan a los distintos cultivos analizados se muestran en la Tabla I, para el material vegetal analizado en la campaña 1998/1999, en la Tabla II para el material de la campaña 1999/2000 y en la Tabla III para el material vegetal estudiado en la campaña 2000/2001.

Tabla I. Distribución y resumen de las prácticas agrícolas realizadas de las muestras de la campaña 1998/1999

Hortalizas	Agricultura convencional	Agricultura ecológica
Col china	• Variedad Kasumi • Asociado con cítricos (Borbotó) • Riego a manta • Marco de plantación 55x25 • Aporte de estiércol (42 000 kg ha^{-1}, Torrefiel) • Aporte de 600 kg ha^{-1} de fertilizante 12-12-17 • Aporte de 600 kg ha^{-1} (Torrefiel y Foios) y 500 kg ha^{-1} (Borbotó) de fertilizante 22-0-15	• Variedad Kasumi • Asociado con hinojo (Carlet) y cítricos (Aldaia y Xiva) • Riego a manta (Carlet y Aldaia) y goteo (Xiva) • Marco de plantación 40x25 • Abonado foliar, con extracto de algas (Carlet). Aporte de estiércol de oveja (24 000 kg ha^{-1} y 21 000 kg ha^{-1}, Aldaia y Xiva, respectivamente)
Lechuga	• Variedad Romana • Riego a manta • Marco de plantación 40x25 • Aporte de 600 kg ha^{-1} de 12-12-17 y 300 kg ha^{-1} de sulfato amónico	• Variedad Romana • Asociado con apio, col, alcachofa y acelga • Riego por microaspersión • Marco de plantación 40x25 • Cultivo biointensivo o bancal profundo (capas alternas de suelo y materia orgánica)
Acelga	• Variedad Amerille de Lyon • Siembra a voleo • Riego a manta • Aporte de 550 kg ha^{-1} de 12-12-17 y 550 kg ha^{-1} de sulfato amónico	• Variedad Amerille de Lyon • Cultivo en línea, asociado con espinaca y col lombarda (Alberic), apio, alcachofa, lechuga y col (Alberic) • Riego por goteo (Alberic) y microaspersión (Benifaió) • Aporte (Alberic) de estiércol de oveja compostado (36 100 kg ha^{-1} y acolchado verde kg ha^{-1}). Cultivo biointensivo (Benifaió)
Espinaca	• Variedad Sanfélix • Siembra a voleo • Riego a manta • Aporte de estiércol de oveja (42 100 kg ha^{-1})	• Variedad Sanfélix • Cultivo en línea, asociado con acelga y col lombarda • Riego por goteo • Aporte de estiércol de oveja compostado (36 100 kg ha^{-1} y acolchado verde kg ha^{-1})

Tabla II. Distribución y resumen de las prácticas agrícolas realizadas de las muestras de la campaña 1999/2000

Hortalizas	Agricultura convencional	Agricultura ecológica
Col china	• Variedad Kasumi • Carcaixent • Aporte 5 kg de NH_4NO_3, de 5 kg de abono complejo 15-15-15 y de 10 kg NH_4NO_3 de al 33.5% y K_2SO_4 • Riego a manta, aspersión y por goteo • Tratamientos contra el mildiu con oxicloruro de cobre al 50% y mancozeb al 35%, contra orugas y pulgones con metomilo al 20% y con metil pirimifos al 50% • Nº total de muestras: 15	• Variedad Kasumi • Carcaixent • Asociado con hinojo y lechuga • Aporte de 18 029 kg ha^{-1} de estiércol de oveja antes de la plantación • Riego a manta, aspersión y por goteo • Tratamiento con *Bacillus thurigensis*, contra la oruga de la col y un tratamiento contra el mildiu con oxidoruro de cobre al 50% • Nº total de muestras: 33
Lechuga	• Cultivar Inverna, del tipo romana • Carcaixent. • Aporte 5 kg de NH_4NO_3, de 5 kg de abono complejo 15-15-15 y de 10 kg NH_4NO_3 de al 33.5% y K_2SO_4 • Riego a manta, aspersión y por goteo • Densidad de 6 plantas por m^2 • Tratamientos contra el mildiu con oxicloruro de cobre al 50% y mancozeb al 35%, contra orugas y pulgones con metomilo al 20% y con metil pirimifos al 50%. • Nº total de muestras: 18	• Cultivar Inverna, del tipo romana • Carcaixent • Asociado con hinojo y col china • Aporte de 18 029 kg ha^{-1} de estiércol de oveja antes de la plantación • Riego a manta, aspersión y por goteo • Densidad de 6 plantas por m^2 • Tratamiento con Bacillus thurigensis, contra la oruga de la col y un tratamiento contra el mildiu con oxidoruro de cobre al 50% • Nº total de muestras: 45

Tabla III. Distribución y resumen de las prácticas agrícolas realizadas de las muestras de la campaña 2000/2001

Hortalizas	Agricultura convencional	Agricultura ecológica
Escarola	• Variedad Amine • Carcaixent • Riego a manta y por goteo • Densidad de 5.4 plantas por m^2 • Abono de fondo de 7.5 kg de complejo 15-15-15 y 15 kg de abono complejo 20-10-5 y 5 kg de $(NH_4)_2SO_4$ al 18% y 5 kg de K_2SO_4 al 51% • Nº total de muestras: 12	• Variedad Amine • Carcaixent • Asociado con hinojo y col china • Densidad de 5.4 plantas por m^2 • Aporte de 24 000 kg ha^{-1} de estiércol de oveja antes de la plantación • Riego a manta y por goteo • Cultivo rodeado de setos • Nº total de muestras: 33

Del material vegetal se eliminaron las hojas defectuosas y los restos de tierra existentes con un papel secante, se separa de cada muestra la parte externa de la interna y se prepara el extracto líquido con 100 g de material fresco, diferenciando las hojas externas de las internas, y con 100 ml de agua destilada se tritura y se filtra. Sobre el extracto se determina el contenido en nitratos mediante medida fotométrica a 525 nm con Spectroquant^R (MERK, 1995).

Para la determinación del nitrógeno total en plantas se utiliza el sistema automático del método convencional de Kjeldahl (MAPA, 1994). Para convertir los valores de nitrógeno total en proteína se empleó el factor de 4.6 (HOCK-HIN y YEOW-CHIN, 1994; FUJIHARA y col., 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al contenido de nitratos acumulado en el material vegetal, se observa que las plantas producidas bajo técnicas de producción ecológica, presentan una concentración significativamente inferior a las producidas convencionalmente (Figura 1).

En lo que respecta al contenido de proteínas (Figura 2), se han obtenido niveles significativamente inferiores en las hortalizas producidas bajo sistemas convencionales. Por tanto, se pone de manifiesto la mayor eficacia de los productos ecológicos para la síntesis de proteínas a partir de la reducción de las formas nítricas y por lo tanto, la mayor calidad nutricional de los productos ecológicos.

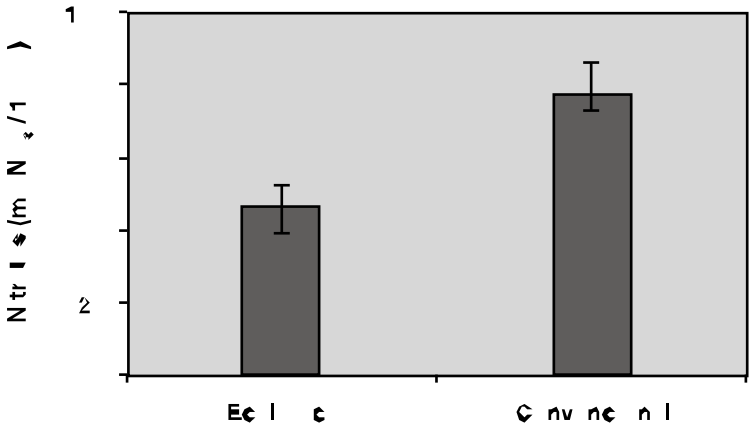


Figura 1. *Contenido en nitratos (mg NO_3/100 g de materia fresca) en función del sistema de producción. Intervalos LSD al 95%*

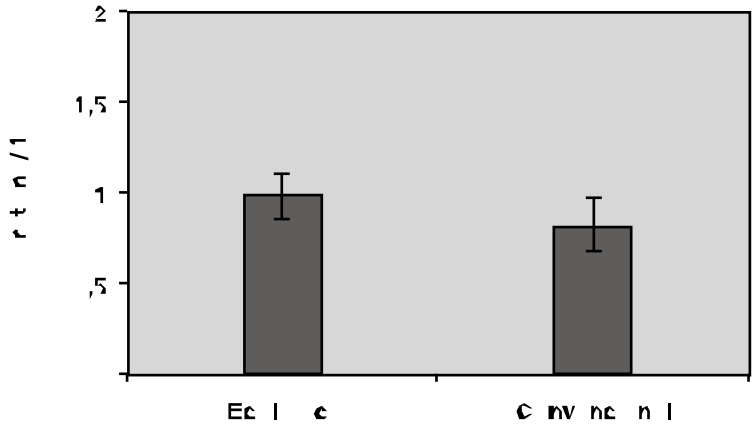


Figura 2. *Contenido en proteínas (g proteína/100 g de materia fresca) en función del sistema de producción. Intervalos LSD al 95%*

Analizando el contenido de nitratos en las dos partes diferenciadas de la hoja (externa e interna), no se han obtenido diferencias significativas (al 95% de confianza), pero se observa (Figura 3), que la concentración de nitratos es superior en las hojas internas. Diversos autores (CANTLIFFE, 1972; LEE y col., 1972; STOPES y col., 1988) han constatado la relación entre el aumento de la fertilización nitrogenada en los sistemas de agricultura convencional y el aumento de la concentración de nitratos en el material vegetal. Siendo mayor cuando el cultivo se encuentra en situaciones de baja intensidad lumínica (STEINGROVER y col., 1982), como puede ser la parte interior de las hojas. No obstante, el contenido en proteínas es significativamente superior en las hojas internas (Figura 4), independientemente del tipo de cultivo.

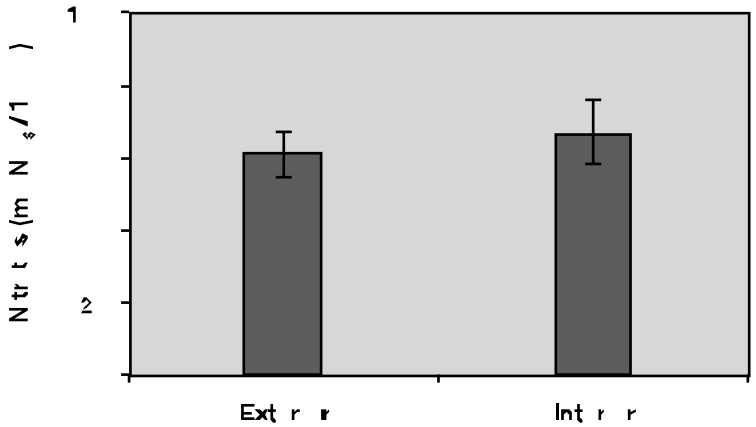


***Figura 3**. Contenido en nitratos (mg NO_3^-/100 g de materia fresca) en función de la localización de la hoja. Intervalos LSD al 95%*

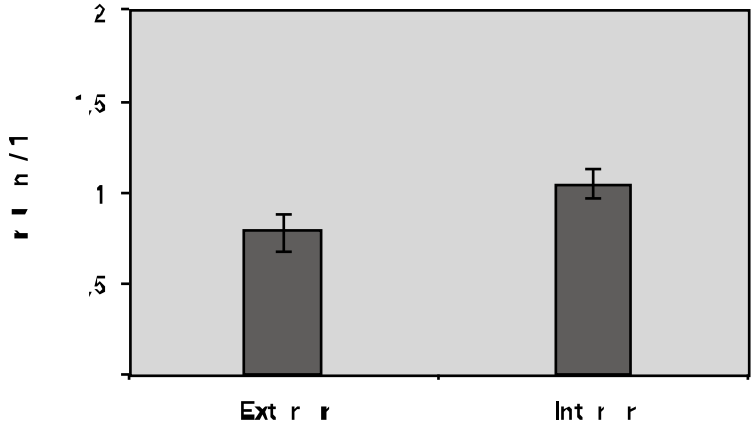


***Figura 4.** Contenido en proteínas (g proteína/100 g de materia fresca) en función de la localización de la hoja. Intervalos LSD al 95%*

La acumulación de nitratos está directamente relacionada con el contenido de humedad que recibe y asimila la planta, siendo en el material vegetal bajo sistemas de producción convencionales el que mayores contenidos en agua presenta y por tanto mayores concentraciones de nitratos. Este hecho afecta gravemente a la calidad de las hortalizas producidas bajo sistemas convencionales, ya que se reduce considerablemente la conservación post-cosecha, obteniéndose además menores contenidos en sustancias minerales en el material vegetal (RAIGÓN y col., 2002; TORREGROSA y col., 2002).

La concentración de nitratos es similar en todas las especies de hoja ancha estudiadas (Figura 5), siendo en promedio, ligeramente inferior en las hojas de espinaca. En la figura 6 se muestran los niveles promedio de los contenidos proteínicos en lechuga romana, col china y escarola.

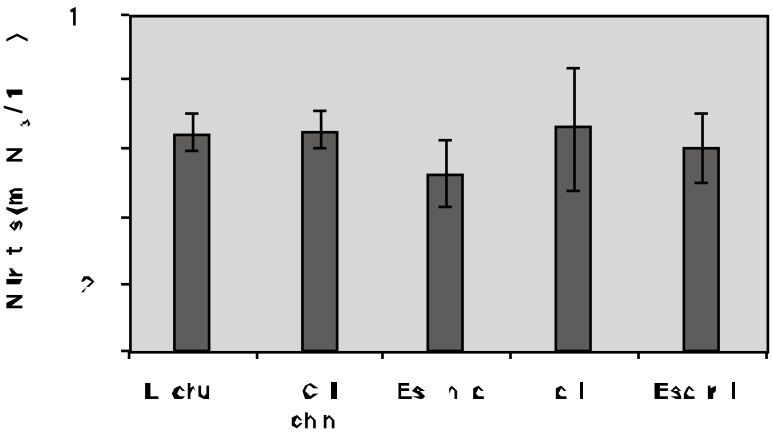


Figura 5. *Contenido en nitratos (mg NO_3/100 g de materia fresca) de diversas hortalizas de hoja ancha. Intervalos LSD al 95%*

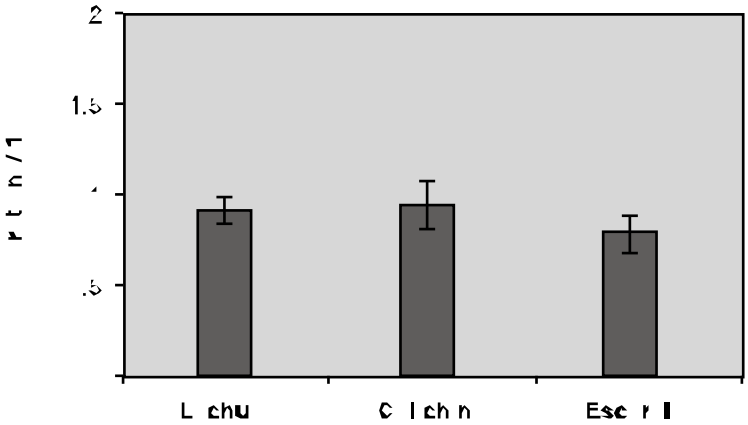


Figura 6. *Contenido en proteínas (g proteína/100 g de materia fresca) de diversas hortalizas de hoja ancha. Intervalos LSD al 95%*

Los contenidos de nitratos registrados en la bibliografía (ELMADFA y col., 1998) son muy superiores a los encontrados en el presente estudio, mientras que los niveles de proteínas se mantienen similares, tanto para el sistema de producción ecológico como para el convencional. Esto pone de manifiesto la baja acumulación de estos iones en el material vegetal en la zona productiva de Valencia, sin repercutir en sus contenidos proteínicos de alto valor nutricional.

Los riegos de alta frecuencia acumulan mayor concentración de nitratos que el riego por inundación (Figura 7), siendo las diferencias significativas en el caso del riego por aspersión frente a manta. En la figura 8 se muestran los niveles de proteínas del material vegetal en función del sistema de riego, se aprecia una clara relación inversa, frente a la acumulación de nitratos, encontrándose mayores niveles en el sistema por inundación frente a los sistemas de riego localizado.

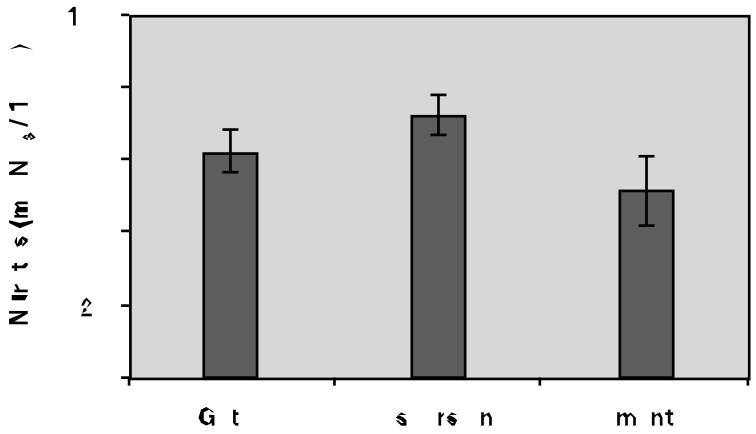


Figura 7. *Contenido en nitratos (mg NO_3^-/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%*

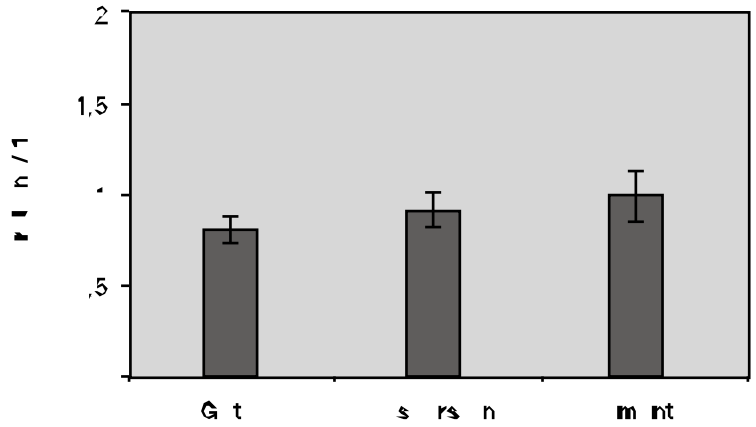


Figura 8. *Contenido en proteínas (g proteína/100 g de materia fresca) en función del sistema de riego. Intervalos LSD al 95%*

Esto puede ser debido a la mayor concentración de nitratos en la solución del suelo de los sistemas de riego de alta frecuencia, ya que el lavado de nitratos es inferior. No obstante, De Silguy (1999) indica que durante el cultivo, la humedad del suelo ha de permanecer constante hasta el momento de la cosecha, ya que un estrés hídrico aumentaría la concentración de nitratos en el material vegetal.

Por otra parte, concentraciones elevadas de sodio en el agua de riego o en la solución del suelo, pueden provocar altos contenidos del mismo en el material vegetal y por tanto mayor acumulación de nitratos y menor contenido proteínico final, ya que la mayor concentración de sodio en las hojas limita la reducción de nitritos a amonio y por lo tanto a proteína (TORREGROSA y col., 2002).

Finalmente, tras realizar un análisis factorial de la totalidad de los datos de nitratos y proteína analizados en el material vegetal, se observa que existen dos factores que explican el 100% de la variabilidad obtenida (Tabla IV), con lo que se puede concluir que en las hortalizas donde se acumula mayor concentración de nitratos, el contenido final de proteínas es significativamente menor.

Tabla IV. Valores estandarizados de los parámetros después de la rotación varimax en el material vegetal

PARÁMETROS	FACTOR 1	FACTOR 2
PROTEÍNAS	-0.0451212	0.998982
NITRATOS	0.998982	-0.0451212

CONCLUSIONES

Las hortalizas de hoja ancha obtenidas mediante técnicas de producción convencionales, acumulan mayor concentración de nitratos en su material vegetal, relacionándose estas altas concentraciones con un menor contenido en proteínas, lo que significa que el alto coste energético que precisa la agricultura convencional para la obtención de óptimas producciones de sus cosechas, se invierte en una disminución de la calidad nutricional y menor salubridad de las verduras. Por su parte, las mismas verduras producidas por sistemas ecológicos acumulan menor cantidad de nitratos y mayor nivel de proteínas, equilibrando los contenidos de minerales que intervienen secundariamente en la síntesis de las proteínas.

Los sistemas de riego de alta frecuencia (goteo y aspersión) facilitan la mayor concentración de nitratos en las hojas del material vegetal, mientras que la utilización de sistemas de riego por inundación conduce a vegetales con mayores niveles de proteína.

La ausencia de iluminación facilita la mayor concentración de nitratos en el material vegetal, ya que se encuentra limitada la capacidad de la función clorofílica, por lo que en las hojas internas de las verduras se han obtenido mayores concentraciones de nitratos, aunque el mayor contenido en proteínas de las hortalizas, también se encuentra en las hojas internas.

BIBLIOGRAFÍA

CANTLIFFE, D.J. (1972). Nitrate accumulation in vegetable crops as affected bby photoperiod and light duration. Jounal American Society for Horticultural Science, 97: 414-418.

COULTATE, T.P. (1996). Manual de química y bioquímica de los alimentos. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, 293-294.

DE SILGUY, C. (1999). La Agricultura biológica, técnicas eficaces y no contaminantes. Ed Acribia, S.A. Zaragoza, 129 pp.

DITTRICH, K.; LEITZMANN, C. (1998). Protección contra el cáncer. En: Los alimentos bioactivos. RBA Ediciones de Librerías, S.A. Barcelona, pp. 34-43.

DOMÍNGUEZ, P. (1994). Contenido de nitratos en vegetales cultivados de la provincia de Valencia. Alimentaria, 249: 49-51.

ELMADFA, I.; AIGN, W.; MUSKAT, E.; FRITZSCHE, D.; CREMER, H.D. (1998). La gran guía de la composición de los alimentos. Editorial Integral. Barcelona.

FUENTES, J.L. (1997). Manual práctico sobre utilización de suelo y fertilizantes.

FUJIHARA, S.; KASUGA, A.; AOYAGI, Y. (2001). Nitrogen-to-protein conversion factors for common vegetables in Japan. Journal food science, 66: 412-415.

HOCK-HIN, Y.; YEOW-CHIN, W. (1994). Leaf protein contents and nitrogen-to-protein conversion factors for 90 plant species. Food-Chemistry, 49: 245-250.

IMTIAZ-AHMAD, F.H.; SHAH, Y; ZAFAR-IQBAL, M. (1993). Fertilization effect on the accumulation of nitrates and nitrites in vegetables. Science-International, 5: 195-197.

LEE, C.Y.; STOEWSAND, G.S.; DAWNING, D.L. (1972). Nitrate problems in foods. New York's Food and Life Sciences, 5: 8-9.

MAPA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (1994). Métodos oficiales de análisis. Tomo II. Madrid, 567 pp.

MAYOR, X.; MUTUBERRIA, J.R.; MURO, E.; ANSELMA, J.; MERINO, D. (1993). Influencia del abonado nitrogenado en el contenido de nitratos en lechugas de invierno. Horticultura, marzo, 50-54.

MENDES, M.; COSTA, J. (1996). La contaminación por nitratos. Hortoinformación, 71: 38-40.

MERINO, D.C.; ANSORENA, J. (1993). Recomendaciones para el cultivo de hortalizas con bajo contenido en nitratos. Horticultura, 90: 11-20.

MERK, E. (1995). Frankfuster Strabe 250, D-64271. Darmstadt.

MURRAY, D.L. (1994). Cultivating Crisis. The Human Cost of Pesticides in Latin America. Austin: University of Texas Press.

NOWAKOWSKI, T.Z. (1971). Effects of potasssium and sodium on the contents of soluble carbohydrates and nitrogenous compounds in grass. Procedings 8th Coil. Int. Potash Inst. Berna.

RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; CAROT-SIERRA, J.M.; VIDAL, E. (2002). Comparación de parámetros de calidad en hortalizas de hoja ancha bajo sistemas de producción ecológica y convencional. Agrícola Vergel. 241: 26-32.

RAMOS, C.; OCIO, J.A. (1993). La agricultura y la contaminación de las aguas por nitratos. Hojas divulgadoras nº 7/92 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 32 pp.

STEINGROVER, E.; OSTERHIRIS, R.; WIERINGA, F. (1982). Effect of light treatment and nutrition on nitrate acumulation in spinach. *Z. Pflanzenphysiolog* 107, 97 pp.

STOPES, C.; WOODWARD, L.; FORDE, G.; VOGTMANN, H. (1988). The nitrate content of vegetable and salad crops offered to the consumer as from organic or conventional production systems. Biological Agriculture and Horticulture, 5: 215-222.

TORREGROSA, S.; RAIGÓN, M.D.; DOMÍNGUEZ-GENTO, A.; CAROT-SIERRA, J.M. (2002). Relació sòl-planta en sistemes de producció ecològic i convencional en funció del tipus de reg en conreu de l'encisam romà (*Lactuca sativa* L.). Treball final de carrera. Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Agrícola. Universitat Politècnica de València, 159 pp.

URBANO, P. (1992). Tratado de fitotecnia general. Ed. Mundiprensa. Madrid, 895 pp.

VAN DIEST, A. (1990). Accumulation of nitrate in higher plants its causes and prevention, en nitrogen in higher plants, Y.P. Abrol Ed., 441 pp.

WILD, A. (1992). Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 1.025 pp.

Aprovechamiento de componentes funcionales de cortezas de cítricos ecológicos

M. CHAFER, A. CHIRALT

Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46022 Valencia. e-mail: mtchafer@tal.upv.es.

RESUMEN

En los últimos años se ha producido un gran descenso del consumo en fresco de cítricos y un aumento vertiginoso de su procesado fundamentalmente para la elaboración de zumos, lo que genera grandes cantidades de cortezas como subproductos, con la consiguiente problemática medioambiental. La escasa rentabilidad de los usos tradicionales de este subproducto hace necesaria la búsqueda de alternativas viables que permitan aprovechar los numerosos componentes de interés que poseen las cortezas como la pectina, flavonoides y carotenoides o los aceites esenciales. Estos componentes de las cortezas tienen propiedades funcionales (carácter vitamínico, aporte de fibra, carácter anticáncer…), que unido a la ausencia de residuos en las producciones de cítricos ecológicos convierte a este subproducto en una interesante materia prima de la industria alimentaria.

En el presente trabajo se analizan algunas de las propiedades funcionales de los principales componentes de las cortezas cítricas y se plantean posibilidades para su aprovechamiento. Una posible alternativa es la extracción de los aceites esenciales para recuperar el d-limoneno, componente mayoritario de éstos y que juega un papel importante en la prevención de algunos tipos de cáncer. Otra posibilidad es el aprovechamiento alimentario de la corteza para su consumo o como ingrediente de la Industria de Alimentos. En este sentido, se resumen los principales resultados de una línea de investigación del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. En esta línea se han aplicado técnicas de deshidratación a diferentes cortezas de cítricos (naranja, pomelo, mandarina y limón) sumergidas en soluciones azucaradas para su procesamiento mínimo.

INTRODUCCIÓN

Los cítricos son unos de los frutos de mayor producción mundial con más de 103 millones de toneladas en el año 2000. Un 63% de esta producción son naranjas procedentes de Brasil y EE.UU., destacando las producciones de limones y limas de Argentina, India y Méjico (FAO, 2000). La franja mediterránea representa casi un 20% de la producción de cítricos, siendo Es-

paña uno de los principales productores del mercado en fresco. Sin embargo en los últimos años se ha producido un fuerte descenso del consumo en fresco, con la consiguiente bajada de precios, y un aumento del nivel de procesado, en torno al 45% del total producido, destinado fundamentalmente a la elaboración de zumos. Este tipo de industrialización genera grandes cantidades de un subproducto, la corteza, con la consiguiente problemática medioambiental en relación con su aprovechamiento. En España, donde la industrialización de cítricos está sólo en torno al 20%, estas cifras representan más de 1 millón de toneladas de frutos y por tanto más de 300.000 toneladas de corteza como subproducto.

En los últimos años, en el mercado en fresco de cítricos ha habido una implantación creciente de sistemas de producción alternativos más respetuosos con el medio ambiente y la salud del consumidor con diferentes niveles de rigor y control según la legislación vigente. Este nivel de rigor y control en los sistemas de producción alcanzan su máximo en la agricultura ecológica con un ámbito de aplicación que protege y ampara estos sistemas según el Reglamento 2.092/91 tanto en los países miembros de la CEE, como en otros no miembros que lo han adoptado para sus producciones. En este sentido, España es uno de los principales productores europeos, destacando las producciones de cítricos de Andalucía y la Comunidad Valenciana. El crecimiento de este sector ha sido vertiginoso en los últimos años que, según fuentes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, supera en un 25% la tasa de crecimiento anual del sector agrario europeo.

Por otra parte, las cortezas tienen una interesante composición, tal y como se observa en la Tabla I si se compara con otras partes del fruto como el zumo. Entre estos componentes destaca su alto contenido en pectina, que forma parte de la fibra dietética natural, fundamental para la alimentación pero con grandes problemas de déficit en la ingesta diaria (BORROTO y col., 1995); los flavonoides y carotenoides que actúan como factores vitamínicos (BRADDOCK, 1999). Además, destacan por su papel en la prevención de algunos tipos de cáncer, los carotenoides (CEREZAL y PIÑERA, 1996) y el d-limoneno (GIRARD y MAZZA, 1998; CHIRALT y col., 2002). Por tanto, queda justificado el interés en el aprovechamiento de la corteza de cítricos que se podría calificar como alimento funcional. En el caso de las producciones ecológicas además queda garantizada la ausencia de residuos tóxicos procedentes de tratamientos en campo (Reglamento 2.092/91), muy habituales en las cortezas procedentes de otros sistemas de producción no ecológicos.

Tabla I. Principales componentes de la corteza y del zumo de naranja

TIPO DE COMPUESTOS	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN (mg/g b.h.)	
	CORTEZA	ZUMO
Azúcares solubles (fructosa, sacarosa, glucosa)	67,4-83,4	87,8-110,6
Vitamina C	1,30-2,20	0.40-0.60
Pectina	40-82	0,5-0,6
Acidos orgánicos (ácidos málico y malónico)	3,1-4,9	14-22
Flavonoides, flavononas, glucósidos	5,0-15,0	0,20-0,22
Carotenoides	0,050-0,120	0,006-0,015
Aceites esenciales (d-limoneno)	4,3-9,0	
Derivados terpénicos (limonina)	0,008-0,0192	

Fuente: adaptado de Spiegel-Roy y Goldschmidt, 1996

En este trabajo se plantean diversas alternativas para el aprovechamiento de las cortezas de cítricos por su alto valor nutricional y beneficios para la salud. Una de estas posibilidades es la obtención del d-limoneno a partir de su extracción de los aceites esenciales presentes en las cortezas de los cítricos. Otro posible aprovechamiento de la corteza puede ser aplicando técnicas de procesado que permitan mejorar sus propiedades organolépticas para su consumo alimentario o como ingrediente de otros procesos de elaboración como en productos lácteos, confitados, dulces y mermeladas.

CORTEZAS DE CÍTRICOS Y SALUD

Aporte de fibra en la dieta

En la extracción de zumos, las cortezas y otros residuos pueden utilizarse para la extracción de fibra, con contenidos en torno al 76% de fibra total (22% fibra soluble y 54% fibra insoluble). Estudios realizados sobre los efectos fisiológicos del consumo de fibras cítricas reflejan que su ingesta puede ayudar a reducir los niveles de colesterol en dietas ricas en fibra (45,1 g/día), teniendo en cuenta que los niveles recomendables estarían en torno al 21,2 g diarios. Además, considerando la alta capacidad de retención de agua de la fibra, su consumo podría ayudar a reducir la sensación de apetito y por tanto la ingesta de alimentos en dietas de adelgazamiento (BORREGO, 1995).

Efectos bioquímicos y farmacológicos de los flavonoides

Se ha detectado una actividad antiinflamotoria y antialérgica de algunos de los flavonoides de los cítricos como la hesperidina, tangeretina y nobiletina. De estos flavonoides sólo la hesperidina es un componente mayoritario en los cítricos. El efecto beneficioso de estos flavonoides se debe a su acción sobre el sistema circulatorio, ya que actúan modificando la permeabilidad vascular y algunos enzimas implicados en procesos de coagulación sanguínea. También se les atribuyen propiedades de aceptores de radicales libres y por tanto capacidad antioxidante. Por todo esto los flavonoides pueden jugar un papel importante en problemas de aterosclerosis y trombosis (BORREGO, 1995).

Otro efecto de gran interés de los flavonoides está relacionado con la actividad «anticáncer» por su contribución en el mantenimiento de la integridad celular y de defensa contra la degeneración celular (BORREGO, 1995).

Actividad anticáncer del d-limoneno

El consumo del d-limoneno tiene lugar principalmente a través de los zumos y bebidas refrescantes elaborados a partir de cítricos. Se estima un consumo diario per cápita de 0,27 mg/kg peso corporal (STOFBERG y GRUNDSCHIBER, 1987). Existen numerosos estudios sobre la acción del d-limoneno en la prevención y terapia de algunos tipos de cáncer, estómago, pulmón y mama (CHIRALT y col., 2002). En otras investigaciones se ha podido comprobar la alta efec-

tividad del d-limoneno en la regresión de carcinomas en un 80% de los casos estudiados (CROWELL y col., 1994). No obstante, en trabajos bibliográficos que resumen resultados de diferentes estudios médicos (CHIRALT y col., 2002), se ponen de manifiesto otros efectos (toxicidad, alergias) que puede presentar la ingesta de d-limoneno en algunos pacientes con otros tipos de cáncer o utilizando dosis inadecuadas.

OBTENCIÓN DEL D-LIMONENO A PARTIR DE LOS ACEITES ESENCIALES

El d-limoneno es el componente mayoritario del aceite esencial de los cítricos, tal y como se observa en la Tabla II, apareciendo en menor cantidad en la pulpa. Los aceites esenciales se han destinado tradicionalmente a la industria de aromas para bebidas, perfumes y con usos químicos como disolventes y pesticidas (BRADDOCK, 1999). En cuanto al d-limoneno, su uso más extendido ha sido como materia prima para fabricar productos adhesivos, síntesis de aromas y pesticidas (THOMAS y BESSIÈRE, 1989).

Tabla II. Nivel de procesado, contenido en aceite y d-limoneno de diferentes grupos de cítricos

GRUPO DE CÍTRICO	Porcentaje de procesado(1)	Contenido de aceite(1) kg/T	Contenido en d-limoneno(2)(3) % v/v
Naranjas	52-93	4-7	>95
Mandarinas	5	–	90-95
Limones	98	7	75
Limas	53	4	50
Pomelos	38-97	3	90-95

(1) Braddock, 1999.
(2) Primo, 1997.
(3) concentración de d-limoneno en el aceite esencial.

El d-limoneno se encuentra fundamentalmente en el flavedo (parte externa) de la corteza de los cítricos, donde están situadas las glándulas de aceites esenciales (0,5-1 ml aceite esencial/100 cm^2 de flavedo). En la industrialización de los cítricos, una parte importante de los aceites esenciales pasa al zumo según el método de extracción, pudiendo influir negativamente en el aroma del producto final. Los zumos en general contienen en torno al 0,0005-0,004% de aceites esenciales, pudiendo llegar a niveles en torno al 0,01-0,1% debido a la contaminación durante la extracción (PRIMO, 1997). Los sistemas modernos de extracción intentan minimizar al máximo esta contaminación.

La extracción de zumos representa un 55% en peso respecto al peso inicial de las naranjas, mientras que los aceites esenciales representan sólo un 0,2% (SINCLAIR, 1984). Los aceites esenciales, esencias puras y d-limoneno se pueden obtener en diferentes etapas del proceso de elaboración de zumos. La maquinaria utilizada en la actualidad para la extracción de aceites está ligada al sistema de extracción del zumo. En general, los sistemas de extracción más utilizados son el FMC, Brown o los extractores italianos (GIRARD y MAZZA, 1998; BRADDOCK, 1999).

APROVECHAMIENTO ALIMENTARIO DE LA CORTEZA

La corteza de los cítricos se ha utilizado tradicionalmente en la elaboración de piensos para la alimentación animal. En la actualidad este uso tiene una escasa rentabilidad y no es capaz de absorber las cantidades que se generan. Las alternativas a este procesado deberían mejorar la rentabilidad de los usos tradicionales y las propiedades organolépticas del producto fresco mediante la aplicación de técnicas de procesamiento suaves, más acordes con los nuevos hábitos alimentarios. La utilización de materias primas ecológicas garantiza además la ausencia de residuos tóxicos procedentes de los tratamientos fitosanitarios en campo, lo que permite incrementar el valor añadido del producto final. En cuanto a los problemas organolépticos de amargor y textura pueden solucionarse con la incorporación de azúcares en la línea del tipo de consumo que se hace en otros países como Méjico, Canadá y China. En este sentido, la utilización de las técnicas de deshidratación osmótica (DO) permiten incorporar azúcares con tratamientos térmicos suaves, permitiendo el desarrollo de nuevos productos procesados con alta conservación y mejora de las propiedades de la corteza fresca. En estos productos destacar que la utilización del mosto concentrado podría tener un papel importante para incorporar azúcares procedentes de frutas y aprovechar un excedente de las bodegas vitivinícolas.

Con independencia de otras elaboraciones posteriores a partir de la corteza deshidratada, a continuación se detallan las particularidades que afectan al procesado osmótico según las indicaciones de la normativa vigente para la producción ecológica. La aplicación de las técnicas de deshidratación conlleva la utilización de soluciones azucaradas y la posibilidad de la aplicación de condiciones de vacío (presiones subatmosféricas). En relación con las soluciones azucaradas, son ingredientes de origen agrario que deben ser ecológicos, a excepción de los indicados en la parte C del anexo VI, que pueden ser de origen no ecológico si no superan el 5% de los ingredientes agrarios. En la última modificación consultada del Reglamento 2.092/91 (marzo 2001), se autorizaba el uso de los siguientes edulcorantes de origen no ecológico: azúcar de remolacha (exclusivamente hasta el 1 de abril del 2003) y fructosa, con las limitaciones de dosis indicadas, y siempre que no existan en el mercado de origen ecológico. En cuanto a la aplicación del vacío como proceso de elaboración, en las normas técnicas que aplican los consejos reguladores se autoriza su uso. En estas normas técnicas se restringen, con determinadas particularidades, los edulcorantes a: azúcar moreno de caña integral, miel y jarabes. El azúcar tiene que ser moreno de caña integral, prohibiéndose el refinado o la mezcla con otros tipos de azúcares. Los jarabes incluyen desde las soluciones de azúcar moreno de caña integral en agua potable hasta zumos; extractos o disgregados de frutas, tubérculos y semillas; infusiones o decocciones vegetales. En los jarabes se prohíbe la sulfitación y la decoloración con carbón vegetal. También se autoriza el uso de la miel, cuya producción está contemplada en una modificación específica del reglamento (1.804/99) para la producción ganadera.

En resumen éstos podrían ser algunos tipos de nuevos productos a elaborar por medio de la aplicación de las técnicas de DO:

- Productos de frutas mínimamente procesadas congeladas para su utilización en la formulación o elaboración de ingredientes en el sector de lácteos, panadería, confitería…
- Productos procesados estables como mermeladas de alta calidad, frutas deshidratadas, escarchadas, etc. sin azúcares añadidos, todo fruta («fruit leather»).

- Productos procesados con alto contenido en fibra dietética natural y que pueden ser utilizados en el diseño y formulación de productos con fines médicos (dietas ricas en fibra y en otros componentes de interés como Fe y Ca).
- Ingredientes alimentarios que aporten cualidades funcionales como colorantes naturales, fibra dietética natural y componentes anticancerígenos como el limoneno.

Esta gama de productos obtenidos a partir de materias primas procedentes de la agricultura ecológica, y procesados según técnicas de deshidratación autorizadas por el Reglamento CEE 2.092, podrán comercializarse en el mercado ecológico, dando continuidad al sistema de producción en campo y diversificando la oferta de los productos cítricos.

En este sentido, en el Departamento de Tecnología de Alimentos existe una línea de investigación sobre la aplicación de estas técnicas de deshidratación a diferentes cortezas de cítricos. A continuación se indican algunos de los aspectos estudiados en relación con la aplicación de estas técnicas:

- Cambios de composición en cortezas de naranja y mandarina inmersas en diferentes soluciones azucaradas, y rendimiento de las operaciones (CHÁFER y col., 2001a, b y c; CHÁFER y col., 2002; FITO y col., 2001).
- Aspectos de calidad como cambios de color, microestructura y textura, así como apreciación sensorial de los productos de corteza elaborados con estas técnicas (CHAFER y col., 2000; CHÁFER y col., 2001a; FITO y col., 2001).

En la Tabla II se muestran de forma esquemática algunos de los principales resultados obtenidos en la línea de investigación sobre diferentes aspectos de composición y calidad de las cortezas procesadas con técnicas DO y las de los rendimientos del proceso.

Tabla II. Resumen de los principales resultados de los estudios de deshidratación osmótica realizados en cortezas de cítricos

FACTOR ANALIZADO	TIPO DE CORTEZA	VARIABLE	RESULTADOS	REFERENCIAS
Cambios de composición y rendimientos del procesos de deshidratación				
	Naranja *Valencia Late* y mandarina *Satsuma*	Técnica de deshidratación (1)	Mayores rendimientos del proceso de deshidratación (ganancia de azúcares y pérdida de agua) de las cortezas utilizando pulsos de vacío	Cháfer y col., 2001a Cháfer y col., 2001b Cháfer y col., 2001c Fito y col., 2001
		Temperatura entre 30 y 50ºC	No se encontraron grandes diferencias en los rendimientos de la operación por lo que teniendo en cuenta los costes y la calidad del producto final se recomiendan temperaturas de 30ºC para el procesado	
		Soluciones azucaradas	Los rendimientos fueron buenos en todos los casos, especialmente en los jarabes de menor viscosidad (glucosa)	
	Naranja *Valencia Late*, mandarina *Satsuma*, pomelo *blanco* y limón *verna*	Técnica de impregnación (2)	En todas las cortezas se obtiene grandes niveles de impregnación (ganancia de azúcares) y deformación (hinchamiento, variación de volumen). Estas ganancias fueron mayores en las cortezas donde la relación albedo (parte blanquecina interna)/espesor total es mayor (naranja y mandarina)	Cháfer y col., 2002
Aspectos de calidad en estudios de almacenamiento: color, textura y apreciación sensorial				
	Naranja *Valencia Late*	Técnica de deshidratación	La aplicación de pulsos de vacío mejora el color de la parte interna de la corteza (albedo), lo reblandece ligeramente y mejora el aspecto general del producto haciéndolo más apetecible.	Cháfer y col., 2000 Cháfer y col., 2001a Fito y col., 2001
		Soluciones azucaradas	Los catadores destacaron las muestras tratadas con soluciones de mosto de uva rectificado y concentrado que confiere al producto un sabor y aroma característicos.	

(1) Se aplican dos tipos de tratamientos. En uno las muestras se sumergen en soluciones hipertónicas (concentraciones entre 55-65ºBrix) en condiciones atmosféricas (DO). En el otro tratamiento se aplican condiciones de vacío (DOPV) cuando las muestras están sumergidas en las soluciones azucaradas durante períodos cortos de tiempo (100 mbar durante 10 minutos) y después se restauran las condiciones de presión atmosférica. A diferentes intervalos de tiempo se toman muestras y se analizan la composición en azúcares y agua de las cortezas para analizar el rendimiento de la operación.

(2) Se aplican condiciones de vacío cuando las muestras están sumergidas en soluciones azucaradas isotónicas (igualdad de concentraciones entre la solución y la corteza correspondiente) durante períodos cortos de tiempo (100 mbar durante 10 minutos) y después se restauran las condiciones de presión atmosférica. A diferentes intervalos de tiempo se toman muestras y se evalúa la impregnación (ganancia de azúcares) y deformación (hinchamiento) de las muestras.

CONCLUSIONES

En general de los resultados de estos estudios se concluye que las cortezas de cítricos se comportan como una matriz esponjosa idónea para ganar azúcares u otros componentes de interés. La deshidratación osmótica combinada con la aplicación previa de un pretratramiento a vacío de las cortezas y temperaturas suaves de procesado (en torno a los 30 ºC), consigue mejoras en el rendimiento del proceso y diferentes aspectos de calidad como el color, la textura y el aspecto general del producto final. La aplicación de estas técnicas permite elaborar productos de corteza de elevado potencial funcional y nutricional, estables microbiológicamente por la disminución de la actividad de agua y de mejor aceptación sensorial por la incorporación de azúcares.

BIBLIOGRAFÍA

BORREGO, F. (1995). Propiedades de los flavonoides y otros componentes de los frutos cítricos. En Fundación Valenciana de Estudios Avanzados (Ed): Actas del Simposio sobre naranja y salud. Valencia: Generalitat Valenciana. Instituto Valenciano de Calidad Agroalimentaria.

BORROTO B.; RODRIGUEZ J.L.; LARRAURI, J.A. (1995). Chemical composition of citrus husk dietary fiber during its season. Alimentaria. 265, pp. 63-65.

BRADDOCK, RJ. (1999). Handbook of citrus by-products and processing technology. Ed. John Wiley and sons, Inc.

CEREZAL, P; PIÑERA, R.M. (1996). Carotenoides en las frutas cítricas. Generalidades, obtención a partir de desechos del procesamiento y aplicaciones. *Alimentaria,* Nov. pp. 19-32.

CHÁFER, M., ORTOLÁ, M.D., CHIRALT, A., FITO, P. (2000.) Aprovechamiento de la corteza mediante deshidratación osmótica con pulso de vacío. Alimentación, equipos y tecnología, 9, 55-61.

CHÁFER M., ORTOLÁ M.D., CHIRALT A., FITO P. (2001a). Orange peel products obtained by osmotic dehydration. En P. Fito P., A. Chiralt, J.M. Barat, W. E. L. Spiess, D. Beshnilian (Eds.), Osmotic dehydration & Vacuum Impregnation. Applications in Food Industries' (pp. 93-106). Lancaster: Technomic Publishing Co. Inc.

CHÁFER M., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ C, ORTOLÁ M.D., CHIRALT A., FITO P. (2001b). Kinetics of osmotic dehydration in orange and mandarin peels. *Journal of Food Process Engineering,* 24, 273-289.

CHÁFER, M., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C., ORTOLÁ, M.D., CHIRALT, A. (2001c). Long term osmotic dehydration of orange peel at atmospheric pressure and by applying a vacuum pulse. *Food Science and Technology International,* 7(2), 1-10.

CHÁFER, M., GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C., CHIRALT, A., FITO, P. (2002). Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels. *Food Research International, en prensa.*

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; CHÁFER, T., FITO, P. (2002). Limonene from citrus. En J. Shi, G. Mazza y M. Le Maguer (Eds.): Functional foods and nutraceutical series. Volume 2. Biochemical and processing aspects (pp. 169-184). CRC Press.

CROWELL, P.L.; ELSON, C.E.; BAILEY, H.H.; ELEGBEDE, A.; HAAG, D.J., GOULD, N.N. (1994). Human metabolism of experimental cancer therapeutic agent d-limonene. *Cancer Chemoter. Pharmacol.* 35: 31-37.

FAO, ORGANIZATION FOR FOOD AND AGRICULTURE (2000). http://www.fao.org.

FITO P., CHIRALT A., BETORET N., GRAS M., CHÁFER M., MARTÍNEZ-MONZÓ J., ANDRÉS A., VIDAL, D. (2001). Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering. Application in functional fresh food development. *Journal of Food Engineering,* 49, 175-183.

GIRARD, B.; MAZZA, G. (1998). Functional grape and citrus products. Ch. 5. En G. Mazza (Ed.): Functional Fodds: biochemical and processing aspects. Ed. Technomic Publishing Co. pp. 139-191.

MAPA, MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2001). http://www.mapya.es.

Normas Técnicas del Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE).

PRIMO, E. (1997). Química de los alimentos. Ed. Síntesis, pp. 230-276.

Reglamento CEE 2.092/91 del 24 de junio sobre Producción Ecológica y su indicación en los productos Agrarios y Alimenticios. Actualización de marzo del 2001.

SINCLAIR, W.B. (1984). *The biochemistry and physiology of the lemon.* University of Califomia. Ed. California: Division of Agriculture and natural resources.

SPIEGEL-ROY, P., GOLDSCHIMDT, E.E. (1996). Biology of Citrus. New York: Cambridge University Press.

STOFBERG, J.; GRUNDSCHIBER, F. (1987). Consumption ratio and food predominance of flavouring materials. *Perfurmer flavorist.* 12: 27.

THOMAS, A.F.; BESSIÈRE, Y. (1989). Limonene. *Natural Products Rep.,* 6 (3): 291-309.

X. COMERCIALIZACIÓN NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Estudio del Mercado Ecológico en la Ciudad de Córdoba

R. García Trujillo

Instituto de Sociología y Estudios Campesinos.
Universidad de Córdoba

RESUMEN

Se presenta un estudio del mercado ecológico en la ciudad de Córdoba, con el objetivo central de caracterizar este mercado, estudiar las barreras que presenta la expansión del consumo de productos alimenticios ecológicos y poder hacer recomendaciones para estimular este mercado.

Se estudió el conocimiento y apreciación de los consumidores sobre los productos ecológicos mediante una encuesta que abarcó a 222 consumidores. En los establecimientos que venden productos ecológicos se analizó la variedad de la oferta, la procedencia de los productos ecológicos, precios, imagen y marketing y se comparó con los productos convencionales.

Los resultados de la encuesta a la población muestran que el 58,7% conocen los productos ecológicos, encontrando un menor nivel de conocimiento en personas mayores de 55 años y amas de casa. Los que consumen con frecuencia los productos ecológicos alcanzan un 14,6% y los consumidores habituales un 1,4%, no encontrándose diferencias significativas en el nivel de consumo, entre edades, sexo u ocupación.

Las principales causas de no consumir productos ecológicos o en poca cantidad fueron la poca oferta de productos ecológicos (34,4%), el alto precio (29,9%) y los pocos comercios (22,1%), causas que abarcan el 86,4% de las respuestas. En cuanto a las motivaciones para consumir productos ecológicos, la salud es considerada como la principal motivación (57,5%), seguida de la preservación de la naturaleza (37%).

Los productos ecológicos que se comercializan en la ciudad de Córdoba proceden en un 70.8% de España y el 29.2% restante de 8 países en su casi totalidad europeos. Dentro de los productos que proceden de España, los de Andalucía representan el 31,5%, superada sólo por Cataluña que aporta el 23.8% de los productos de la muestra.

La calidad se midió de forma subjetiva por un evaluador, arrojando que, en frutas y hortalizas, el 77% de la muestra tenía una calidad buena o muy buena, un 20% regular y sólo un 3,3% fue calificada de mal. En el caso de los productos elaborados, la evaluación arrojó que el 21% de los productos fue calificado de muy bien, un 67% de bien y sólo un 11,8% de regular. Los aceites fue el grupo de alimentos con mayor nivel de calificación, con un 47% de MB.

Como media el precio de las hortalizas ecológicas superó a las convencionales en un 48%, pero estuvo muy relacionado con el tipo de establecimiento. En el caso de las frutas ecológicas, no se encuentran diferencias significativas del precio entre las que se venden en los comercios

especializados y las convencionales de las grandes superficies y supermercados, pero sí de estos dos grupos, con las frutas ecológicas que se venden en las grandes superficies.

Nuestro estudio sitúa en unos 40.000 consumidores, el mercado potencial de productos alimenticios ecológicos a desarrollar en el mediano plazo en la ciudad de Córdoba, y se señalan un grupo de medidas que se deben emprender para lograr esta meta, entre ellas están el aumento de la producción y la diversidad de productos ecológicos, tanto primarios como elaborados, la reducción de los precios, el aumento de los puntos de venta y la mejora de sus servicios, el desarrollo del marketing, apoyo institucional que promueva el consumo, la capacitación e investigación y una organización eficiente del sector que le permita convertirse en el motor impulsor del mercado ecológico.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica en Andalucía ha registrado un crecimiento notable a partir de 1995, cuando se comenzaron a aplicar las ayudas para este tipo de producción en España, y ha incrementado la superficie y el número de productores en 10 veces desde esta fecha, produciéndose un crecimiento medio anual para el período 1995-2000 de 12.103 Ha y 466 productores, siendo menor el incremento en los elaboradores.

El aumento de la Agricultura Ecológica en Andalucía, al igual que en el resto del país, ha estado impulsada principalmente por la demanda exterior, que se produce básicamente en el Norte de Europa, y que según diferentes fuentes absorbe cerca del 90% de la producción nacional de productos ecológicos (ICEX, 1999). No obstante esta situación está cambiando, pues una encuesta reciente realizada a productores ecológicos, muestra que las cantidades de productos ecológicos que se comercializan en el mercado nacional puede ser superior al 25% (GARCÍA TRUJILLO, 2001; JUNTA DE ANDALUCÍA, 2001).

Un estudio conducido desde el Instituto Nacional de Denominaciones de Origen (DOXA, 1991) catalogaba a la Agricultura Ecológica como un mercado marginal pero de gran potencial, indicando como una de sus problemáticas, «el círculo vicioso que se producía entre la debilidad de la oferta y la debilidad de la demanda», donde los productores no pueden aumentar su producción si los consumidores no aumentan la demanda y éstos encuentran diferentes obstáculos para poder acceder a los productos ecológicos.

Considerando, que el no-crecimiento del mercado interno puede ser un freno para el desarrollo de la Agricultura Ecológica, o una debilidad de un desarrollo que descanse sólo en la exportación de materia prima ecológica, es que hemos planteado realizar un estudio del mercado de los productos alimenticios ecológicos en la ciudad de Córdoba, con el objetivo central de caracterizar este mercado y estudiar las barreras que presenta la expansión del consumo de productos alimenticios ecológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar esta investigación hemos centrado los esfuerzos en varios aspectos del mercado ecológico. En primer lugar hemos estudiado el conocimiento, visión y actitud de los consumidores sobre los productos ecológicos. Posteriormente estudiamos los establecimientos que

venden productos ecológicos, la variedad de la oferta, procedencia, precios, imagen, marketing y la visión que en estos establecimientos se tienen de los productos ecológicos, el mercado y sus dificultades.

***Encuesta a la población**:* La encuesta a los consumidores se basó en 9 preguntas, y se dividió en cinco partes básicas: identificación del encuestado; el grado de conocimiento de los productos ecológicos por la población encuestada; el nivel de consumo de productos ecológicos de aquellos consumidores que los conocían; la apreciación que tienen los conocedores de los productos ecológicos sobre éstos y las vías a través de las cuales los encuestados han conocido los productos.

El muestreo se realizó en cuatro zonas de Córdoba, tratando que abarcara los puntos más representativos de la ciudad y lugares hacia donde la población se moviera para realizar diferentes compras u obtener otros servicios. En el muestreo no se prefijó ningún tipo de estratificación y las personas se seleccionaron independientemente de su sexo o edad y en la medida que se acercaban al punto de la entrevista. dando como resultado las proporciones de los factores de tipificación que se ofrecen en la Tabla I.

Tabla I. **Frecuencia que se obtuvo en las categorías de tipificación de la muestra de consumidores**

Zona	%	Edad (años)	%	Sexo	%	Ocupación	%
Sur	22.5	< 35	41,1	Hombre	38,7	Titulado	26.1
C. Jardín	27.5	35 -55	45.0	Mujer	61,3	Trabajador	40,5
Sierra	19.8	> 55	13,5			Ama de casa	14.4
Centro	30.2					Estudiante	9,5
						Otros	9,5

El número de encuestados fue de 222 personas, a pesar de nuestros deseos de haber contado con un mayor número de encuestas, lo cual nos permite alcanzar un nivel de confianza del 95% para nuestras afirmaciones, pero nos impone un intervalo de error (horquilla porcentual) relativamente amplio, estimable, para el conjunto de la encuesta, en un más / menos 10% (MARTÍN y LUNA, 1990). No obstante para aquellas variables en que la varianza poblacional es baja, p. ej., en aspectos en que la respuesta está muy polarizada, con porcentaje de 85% frente a 15%, el margen de error resultante, con la muestra que disponemos, disminuye por debajo (+/-) 8%.

Se estimó la frecuencia de las diferentes variables realizando análisis de cruce de variables y de comparación de medias (ANOVA), aplicando Duncan para estimar las diferencias significativas en el caso de muestras con varianza homogénea o Dunnett's T3 o Games-Howell en el caso que la varianza no fuera homogénea. Para el procesamiento estadístico de la información se utilizó el sistema SPSS 10.0 para Windows (JOARISTE, 1998).

Análisis de los productos ecológicos. El análisis de los productos ecológicos que se venden en la ciudad de Córdoba se realizó mediante el muestreo de éstos en los principales establecimientos que los ofertan. Los establecimientos donde se tomaron las muestras fueron la Cooperativa de Consumidores Almocafre, la ecotienda Madre Tierra, la verdulería La Corredera, la tienda-restaurante

Amaltea, los supermercados DEZA, El Corte Inglés y Eroski. En los establecimientos donde había productos ecológicos y convencionales se muestreó la totalidad de los ecológicos y una muestra de productos convencionales con características similares a los ecológicos.

Los datos obtenidos fueron clasificados y ordenados según procedencia, comercio, género (aceite, pastas, frutas, verduras, lácteos, etc.) y certificador, como variables de tipificación y como variables dependiente el precio y la calidad. La información fue sometida a análisis de frecuencia y de comparación de medias empleando el sistema SPSP 10.0 para Windows.

La estructura del precio de venta al público de los productos ecológicos, se estudió a partir de una muestra de la compra semanal de frutas y hortalizas de la Cooperativa de Consumidores de Productos Ecológicos Almocafre, entre el 15 de mayo y el 19 de septiembre de 2001. A partir del análisis de esta información y otras obtenidas en este trabajo, se realizaron simulaciones de las variaciones del precio a pagar al productor, bajo diferentes escenarios de precio de venta al consumidor y diferentes canales de comercialización.

Criterio de los comercializadores. Finalmente, para conocer los criterios de los comercios donde se venden productos ecológicos, sobre los productos y el mercado ecológico, así como sus sugerencias, se diseñó una encuesta que fue enviada a doce comercios, de los cuales respondieron ocho, tres de ellos de grandes superficies.

Las preguntas básicas del cuestionario fueron: ¿Por qué vende productos ecológicos? ¿Qué opinión tiene de los productos ecológicos? ¿Cómo aprecia el crecimiento de la demanda de los productos ecológicos? ¿A qué atribuye el lento crecimiento de la demanda? ¿Qué dificultades se presentan en el suministro de productos ecológicos? ¿Qué diferencia de precios sobre el producto convencional similar considera deben tener los productos ecológicos?

RESULTADOS

Encuesta a los consumidores

Nivel de conocimiento de los productos ecológicos. A la pregunta de si conocían los productos alimentarios ecológicos se obtuvo una alta respuesta afirmativa de los encuestados, que alcanzó el 75,7%. En esta respuesta no hubo interacción ni de la zona ni el sexo, pero sí de la edad y la ocupación. Para la edad, los mayores de 55 años conocían significativamente menos los productos ecológicos que el resto de los rangos, mientras que los titulados tuvieron un mayor nivel de identificación, siendo las amas de casa las de menor nivel de identificación.

Para poder conocer el grado de veracidad de las respuestas afirmativas a la pregunta anterior ¿conoce lo que es un producto ecológico?, se elaboró una segunda pregunta donde se le pidió a una muestra de los encuestados (98 personas) que identificaran la definición correcta de lo que es un producto ecológico. Para efectuar este ejercicio se le mostró una tarjeta con cinco definiciones, de las cuales sólo una era correcta.

Cuando se permitió seleccionar una sola definición de producto ecológico, el 67,4% acertó, aumentando el nivel de acierto hasta 77,9% cuando se le permitió escoger dos respuestas. En este segundo análisis dimos como acierto si una de las dos selecciones correspondía con la definición correcta.

Si se tiene en cuenta que el 75,7% de los encuestados afirmaron conocer los productos ecológicos y que posteriormente, al verificar este grado de conocimiento un total de 77,9% logran acertar en la definición de lo que es un producto ecológico, podemos asumir que el 58,9% de la muestra de consumidores conocen lo que es un producto ecológico.

La confusión más común de los consumidores a la hora de definir un producto ecológico fue «sin colorante ni conservantes» seguida de «alimentos producidos en la huerta», los cuales ocuparon el 87% de los casos de no acierto.

Consumo de productos ecológicos

Considerando que las personas que no conocían los productos ecológicos tampoco lo consumían, tenemos que los que nunca han consumido productos ecológicos alcanza al 42,8% de la muestra, los que lo han consumido poco 41%, ocupando un 16% los que los consumen frecuentemente o habitualmente (Figura 1).

También se debe destacar la no diferencia en cuanto al nivel de consumo entre titulados, trabajadores y amas de casa, y también, que los estudiantes son los que presentan mayor frecuencia en el grupo que nunca ha consumido productos ecológicos.

Las principales causas del no o poco consumo de productos ecológicos señalada por los encuestados fueron la poca oferta de productos, el alto precio y los pocos comercios, causas que abarcaron el 86,4% de las respuestas. Posteriormente le sigue las personas que plantean que están acostumbrados a consumir productos convencionales o que no desean consumir productos ecológicos con un 6,5% de los encuestados, los que plantean tener poca información de los productos ecológicos con un 3,2% y ya con menos del 2% tenemos a las personas que plantean no encontrar los productos ecológicos, los que piensan que lo engañan y los que no se han preocupado en buscarlos.

En general, la salud se consideró la principal motivación para consumir productos ecológicos en un 80,8% de la muestra, mientras que la preservación de la naturaleza la consideraron el 37%

Conocimiento, valoración y consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares

M. COLOMBÀS, J. VERA, A. CORTÈS, J. VADELL[1]

[1] Departament de Biologia. Universitat de les Illes Balears. Carretera de Valldemossa km 7,5. 07071 Palma de Mallorca

RESUMEN

Se estudia el grado de conocimiento, la valoración y el consumo de productos procedentes de la producción agraria ecológica por parte de la población de las Islas Baleares.

El estudio se ha basado en encuestas realizadas en distintos puntos de las Islas Baleares sobre una población de 400 personas.

La mitad de la población encuestada conoce la agricultura ecológica. Los aspectos más valorados son: productos libres de residuos, más sanos, más sabrosos y procedentes de un sistema de producción respetuoso con el medio ambiente. A pesar de la opinión favorable, el nivel de consumo es bajo y, entre la población encuestada que conoce los productos ecológicos, sólo el 1% consume básicamente productos ecológicos, un 15% consume algunos productos ecológicos con frecuencia y un 50% lo hace de forma esporádica. Las dos principales razones esgrimidas para justificar el escaso consumo son la escasez de oferta y los elevados precios.

Un sector importante de consumidores están dispuestos a pagar hasta un 20% más por un producto ecológico respecto a uno convencional. Un estudio de mercado realizado a partir de diez comercios, en el que se comparan los precios de los productos ecológicos disponibles respecto a los productos básicos convencionales revela que, en la actualidad, los consumidores de productos ecológicos disponen de una oferta limitada e incompleta y con precios muy superiores a los inicialmente dispuestos a pagar por la mayoría de la población, según la encuesta.

Informar sobre las cualidades ambientales y de calidad de los productos ecológicos, justificar las razones de las diferencias de precios respecto a los productos convencionales y ajustar los precios para ser asequibles a un máximo de población son requisitos necesarios para consolidar el comercio de la producción agraria ecológica.

INTRODUCCIÓN

La producción agraria ecológica es un sistema de producción en fase de expansión con un incremento sustancial de la superficie en los últimos años, suponiendo en la actualidad alrededor de aproximadamente el 2% de la superficie cultivada de las Islas Baleares.

La significación de la producción ecológica en los mercados es aún reducida, estando limitada a tiendas especializadas y con una presencia en aumento en grandes superficies.

El consumo constituye el eslabón final de la cadena productiva siendo el objetivo fundamental sobre el que se sustenta el sistema productivo. Así pues, es necesario conocer las necesidades y exigencias de los consumidores para poder ajustar las producciones a estos requisitos.

La expansión del comercio de productos ecológicos está en función del grado de conocimiento y la valoración que realicen los consumidores sobre estos productos y el sistema productivo sobre el que se sustentan.

Numerosos trabajos ponen de manifiesto los principales problemas asociados al comercio de productos ecológicos: nivel de conocimiento limitado por parte de la población, oferta restringida y precios elevados (HUTCHINS y GREENHELGH, 1995; ALBARDÍAZ y col., 1996; CENIT y col., 1996; SÁNCHEZ y ETXANIZ, 1996; GONZÁLEZ y COBO, 2000; COBO y GONZÁLEZ, 2001; WIER y CALVERLEY, 2002).

En el presente trabajo se estudia el conocimiento, la valoración y el consumo de productos ecológicos en las Islas Baleares, analizando algunos aspectos relacionados con el mercado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se ha elaborado una encuesta constituida por un cuestionario de dieciséis preguntas. En él se distinguen dos grandes bloques: un primer bloque para conocer los datos socio-demográficos del encuestado (sexo, edad, nivel de estudios…) y el segundo bloque constituido por las preguntas destinadas a evaluar el grado de conocimiento que tiene el encuestado sobre los productos ecológicos así como su valoración sobre los mismos.

Los cuestionarios van dirigidos a personas adultas, mayores de edad, residentes en las Islas Baleares.

Se han realizado un total de cuatrocientas encuestas a compradores en mercados y comercios alimentarios de distintos puntos de las Islas Baleares y también a personas que se encontraban en la calle. Estas encuestas constituyen una muestra representativa de la población de las Islas Baleares, con un error muestral de ±5%, de acuerdo con Arkin y Colton (PULIDO, 1986).

El estudio de precios de los productos ecológicos se ha realizado a partir de diez comercios (grandes superficies y pequeños comercios) donde se han recogido los precios de cuarenta y siete productos ecológicos y el de los convencionales aparentemente similares. Cuando no se ha dispuesto del producto convencional similar se ha realizado la media de los productos convencionales de mayor demanda.

Es importante remarcar que la oferta de productos ecológicos es limitada, estando presentes algunos de ellos en un único comercio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de personas encuestadas una tercera parte son hombres (35,8%) y dos terceras partes mujeres (64,2%). En referencia a los estudios un 30,5% tiene estudios primarios, un 41,5% estudios secundarios y un 28,0% estudios superiores. Estas proporciones se ven condicionadas principalmente por dos factores: la poca o nula predisposición de algunos sectores de la pobla-

ción a ser encuestados y al hecho que una parte importante de gente que acude a realizar la compra son mujeres.

Los resultados de la encuesta revelan que un 49,5% de la población tiene algún conocimiento de lo que es la agricultura ecológica. Se ha considerado que una persona conoce la agricultura ecológica si menciona alguna de las siguientes ideas:

- restricciones en el uso de fertilizantes
- restricciones en el uso de fitosanitarios
- productos que dan mayor garantía para la salud
- no se usan productos químicos
- agricultura que pretende un equilibrio con el ecosistema

De la población que conoce la agricultura ecológica, alrededor de la mitad tiene un nivel de conocimiento aparentemente satisfactorio sin errores conceptuales destacables. Siendo estrictos consideramos que el 4% de la población tiene un conocimiento preciso de lo que es la agricultura ecológica. Estos resultados son similares a los descritos en otros estudios en España (COBO y GONZÁLEZ, 2001).

El sector de la población que tiene más conocimiento sobre estos productos tiene edades comprendidas entre los 25 y 35 años (67,3%), mientras que las personas mayores de 50 años tienen el conocimiento más bajo (34,6%) (Figura 1). En función de los estudios (Figura 2) puede verse cómo las personas con estudios superiores son las que tienen más conocimiento sobre los productos ecológicos (75,0%).

Ante la polémica suscitada en España por la desprotección del término «bio», contraviniendo el Reglamento (CE) 1804/99, se ha preguntado a los encuestados si consideraban que los productos «bio» procedían de la agricultura ecológica. Un 68,9% de la población encuestada respondió que no, un 7,5% que sí y un 23,6% dijo no saberlo. Si se comparan las respuestas en función del nivel de estudios (Tabla I) se aprecia cómo al aumentar los estudios se incrementa el porcentaje de gente que sabe que los productos «bio» no provienen de la agricultura ecológica.

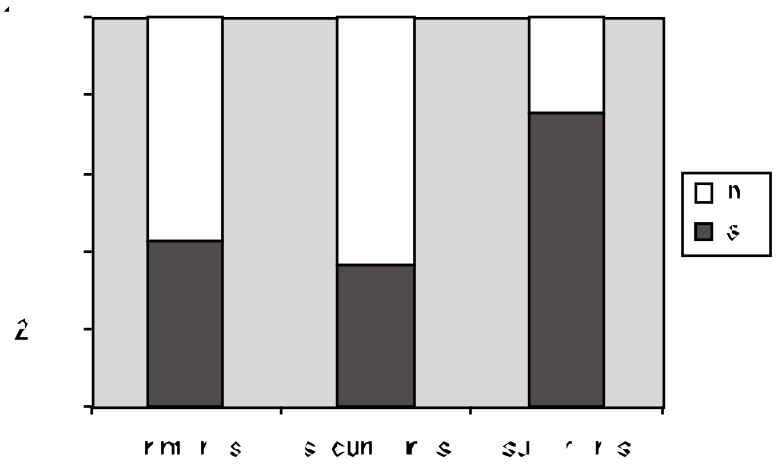


Figura 1. *Distribución del grado de conocimiento de la producción agraria ecológica en función de la edad*

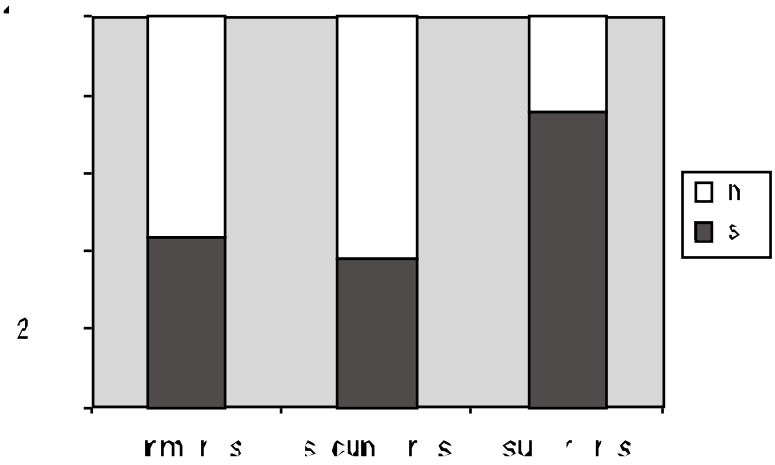


Figura 2. *Distribución del grado de conocimiento de la producción agraria ecológica en función de estudios*

Tabla I. Grado de identificación de los productos «bio» con productos ecológicos (Resultados expresados en porcentaje)

	Sí cree	No cree	No lo sabe
Estudios primarios	7,4	54,9	33,6
Estudios secundarios	7,2	67,5	23,5
Estudios superiores	7,1	80,4	10,7

En referencia a los productos transgénicos se ha observado que solamente un 24% de la población los conoce o tiene alguna referencia sobre ellos. Si se analiza en función de la edad (Figura 3) se observa cómo las generaciones más jóvenes son las que conocen mejor este tema. Del mismo modo ocurre con el nivel de estudios (Figura 4): las personas con estudios superiores son las que tienen un mejor conocimiento del significado del término «transgénico» (53%), en contraste con el 13% del resto de población.

Frente a la pregunta realizada a los conocedores de los productos ecológicos de si compraban este tipo de productos una tercera parte (32,8%) afirmó que no lo hace. Este porcentaje es intermedio frente al porcentaje de «conocedores no compradores» de otros lugares (ALBARDÍAZ y col., 1996; HUTCHINS y GREENHALGH, 1995). Dos terceras partes de los conocedores (67,2%) respondieron afirmativamente, aunque la frecuencia de compra mayoritaria sea ocasional (50%), es decir, menos de una vez al mes, mientras que la gente que compra a menudo (cada quince días o un mes) es del 15,7% y la gente que consume productos habitualmente supone un 1%.

Los alimentos ecológicos que más se consumen son hortalizas (44,4%) y frutas (43,9%), con un comportamiento similar al de otros lugares (ALBARDÍAZ y col., 1996; RODDY y col., 1994). El tercer producto más consumido son los productos transformados (21,2%), especialmente miel. Los productos menos demandados son productos de importación (5,1%) y productos cárnicos (7,6%).

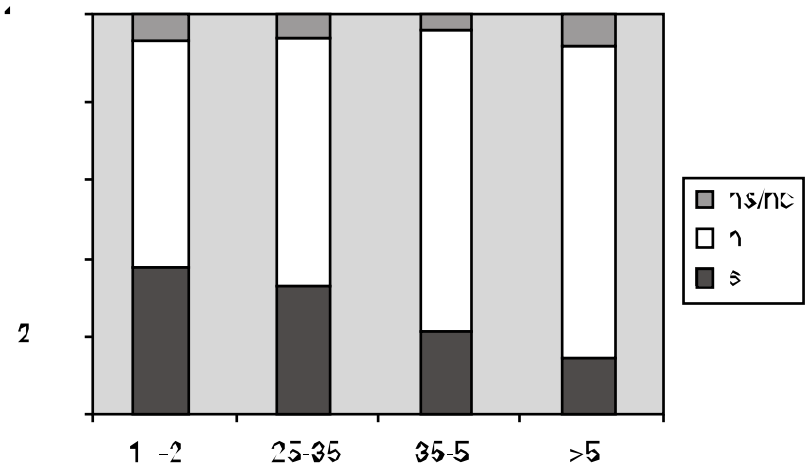


Figura 3. *Distribución de conocimiento de productos transgénicos por grupos de edades*

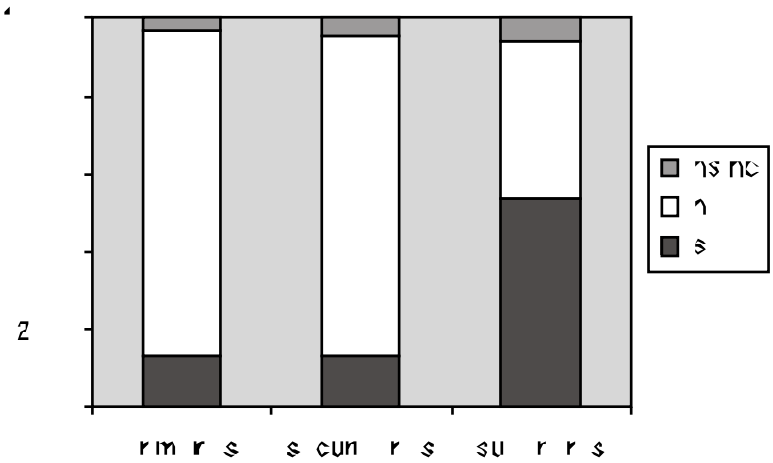


Figura 4. *Distribución del conocimiento de productos transgénicos por nivel de estudios*

Los atributos más mencionados de los productos ecológicos son carencia de residuos, mayor sabor, sistema de producción respetuoso con el medio ambiente, mayor calidad nutritiva y mayor garantía para la salud. Entre los inconvenientes más destacados se encuentran el elevado precio, la baja disponibilidad de puntos de venta y la escasa variedad de productos que pueden encontrarse en los comercios (Tabla II). Los resultados obtenidos son similares a los de otros estudios realizados, aunque en ellos mayoritariamente se antepone el tema de la salud al del sabor (RODDY y col., 1994; HUTCHINS y GREENHALGH, 1995; CENIT y col., 1996; SÁNCHEZ y ETXANIZ, 1996; COBO y GONZÁLEZ, 2001).

En referencia al precio, se ha preguntado a las personas encuestadas el incremento de precio que están dispuestas a afrontar para adquirir productos ecológicos. A las personas que no conocían la agricultura ecológica, previamente a esta pregunta se les ha informado sobre los beneficios

de esta agricultura y sus productos. Un sector amplio de la población está dispuesta a pagar hasta un 20% más que para un producto convencional (Figura 5). Al igual que se manifiesta en otros estudios (HUTCHINS y GREENHALGH, 1995; COBO y GONZÁLEZ, 2001; WIER y CALVERLEY, 2002) son muy pocas las personas dispuestas a pagar más de un 20% de sobreprecio.

Tabla II. Características que se resaltan los consumidores sobre los productos ecológicos. Resultados expresados en porcentaje

Ventajas		Inconvenientes	
Carencia de residuos	78,3	Precio	78,8
Sabor	57,1	Puntos de venta	72,7
Respeto medio ambiente	52,5	Variedad productos	23,2
Calidad nutritiva	48,5	Fraude	15,7
Sanos	12,6	Aspecto externo	13,1
Otros	11,6	Otros	2,5

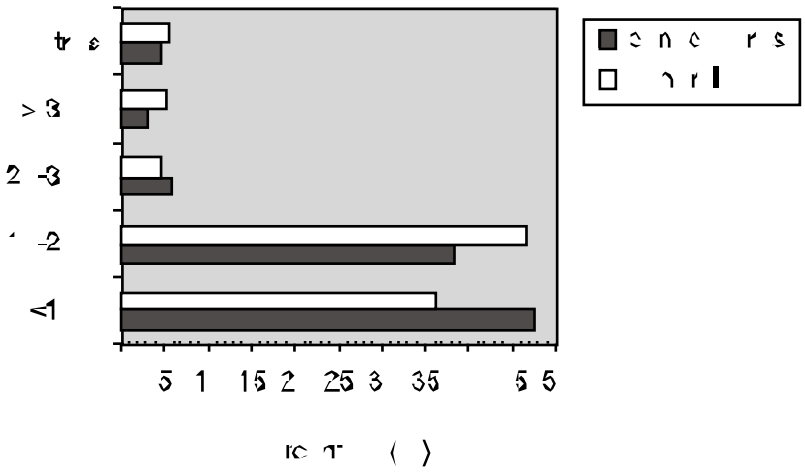


Figura 5. *Sobreprecios que están dispuestos a pagar por los productos ecológicos los consumidores en general y los co - nocedores de estos productos*

Para conocer las diferencias de precios de los productos ecológicos respecto a los convencionales, durante los meses de mayo y junio de 2002, se compararon los precios a partir de diez comercios de productos convencionales y ecológicos. A partir de esta muestra en la que están representados comercios de grandes superficies y centros especializados se han comparado 47 productos. La comparación de los productos ecológicos se ha realizado con productos convencionales aparentemente similares. Cuando no ha sido posible esta referencia concreta la comparación ha sido con los productos convencionales de demanda mayoritaria.

Este estudio de mercado pone de manifiesto una muy escasa disponibilidad de productos ecológicos con unos precios muy superiores a los productos convencionales básicos. El incremento medio del precio de los 47 productos ecológicos de consumo habitual estudiados respecto a pro-

ductos convencionales ha sido del 137%, presentándose una dispersión de valores notoria (entre 28 y 328%). En este mismo sentido se han elaborado varias cestas de la compra hipotéticas para comparar el teórico incremento de gasto, resultando un coste adicional del 140%.

Los incrementos de precios aquí expresados se tienen que considerar con ciertas matizaciones: se trata de una comparación relativa en la que no es posible valorar de una manera precisa los atributos de cada alimento y la escasez de oferta de productos ecológicos restringe la elección. Esta comparación, simplemente, pretende evaluar el coste adicional que supone para una persona que se decide por una alimentación basada en productos ecológicos, en las circunstancias de la oferta actual.

Estos resultados corroboran las opiniones expresadas por la población en las que la oferta y los precios son los dos principales inconvenientes para la adquisición de productos ecológicos. Las principales razones de los elevados precios de los productos de agricultura ecológica son, en opinión de numerosos autores (GONZÁLEZ y COBO, 2000; WIER y CALVERLEY, 2002), los mayores costes de producción para el agricultor y los imputables a los canales de distribución y venta. La oferta limitada obliga al manejo de volúmenes reducidos encareciendo considerablemente el precio unitario.

Hace diez años se catalogaba la agricultura ecológica como un mercado restringido pero con un gran potencial. Durante este período de tiempo la superficie destinada a la producción ecológica se ha multiplicado y el consumo se ha incrementado pero aún ahora hablamos de mercados muy limitados pero con un potencial extraordinario. A nivel comercial el tratarse de un sistema productivo más que un producto concreto, la sensibilización de los consumidores y la escasez de oferta de los mercados locales (muchas producciones van destinadas a la exportación) conducen a un círculo vicioso causado por una oferta débil frente a una demanda también débil (GONZÁLEZ y COBO, 2000).

Para asegurar el éxito de la producción agraria ecológica es necesario que llegue a un sector amplio de la población. Aumentar el nivel de conocimiento de la población sobre este sistema de producción, ampliar la oferta y ajustar los precios son tres premisas básicas para incrementar las cuotas de mercado.

La información del consumidor es fundamental para que pueda disponer de criterios para la valoración del sistema de producción y sus productos. Las ventajas medioambientales y el aval de garantía respecto al uso de agroquímicos son algunos de los aspectos fundamentales que debe conocer la población.

Ajustar los precios parece ser un requisito básico para ampliar la demanda pero al mismo tiempo se tienen que considerar los costes adicionales del sistema de producción y la distribución de volúmenes reducidos. También es importante reseñar las diferencias en los incrementos de los costes de producción de diferentes productos ecológicos, algunos de los cuales son inevitablemente mucho más elevados. La importación de productos ecológicos procedentes de otras regiones o países es otro factor económico a considerar.

Informar al consumidor de todas estas circunstancias es fundamental para que acepte determinados precios. Al mismo tiempo es necesario promover, desde una perspectiva de sostenibilidad ecológica, el consumo de productos de origen local que exijan menos transporte y ajustar la cesta de la compra en función de los costes de producción.

Conseguir estos objetivos por parte de los productores solos puede ser una tarea difícil. La implicación de las administraciones es fundamental para lograr la incorporación de los productos ecológicos en el mercado.

CONCLUSIONES

Entre las conclusiones más relevantes que se extraen en el presente trabajo podemos indicar:

Alrededor de la mitad de la población encuestada conoce la producción agraria ecológica. El grupo de edad entre 25 y 35 años y la población con estudios superiores son los mejores conocedores.

El grado de conocimiento de los productos transgénicos u organismos genéticamente modificados es muy bajo, alrededor del 25% de la población.

Muy poca gente (menos del 10% de los encuestados) considera los productos con la denominación «bio» como ecológicos.

Los productos ecológicos tienen una consideración muy positiva, siendo los aspectos más destacados la ausencia de residuos, la calidad nutritiva, el sabor y su contribución medioambiental.

El consumo de productos ecológicos es muy bajo y las dos principales razones argumentadas son la escasez de oferta y los elevados precios.

Un sector elevado de la población dice estar dispuesto a pagar hasta un 20% más que para un producto convencional pero los precios de mercado actuales son mucho más elevados.

Aumentar el conocimiento de los productos ecológicos por parte de los consumidores, diversificar e incrementar la oferta y reducir los precios parecen ser las exigencias básicas para llegar a un sector amplio de población.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del estudio «Què menjam a les Illes Balears? Hàbits i criteris dels consumidors» dentro del «Fòrum per a la sostenibilitat de les Illes Balears. Seguretat humana, alimentària i ecològica» organizado por la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears el 9 de julio de 2002, Palma.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARDÍAZ, M.A., S. ÁLVAREZ, J. BRIZ, N. MUÑOZ (1996). Análisis del consumo de alimentos ecológicos. Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. *Agricultura ecológica y desarrollo rural*, 273-284.

CENIT, M., A. ALONSO, F. GUZMÁN (1996). Estudio de mercado para productos ecológicos: estudio del segmento de demanda de los centros permanentes de consumo en la provincia de Málaga. Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. *Agricultura ecológica y desarrollo rural*, 285-300.

GONZÁLEZ, L., F.B. COBO (2000). La agricultura ecológica en España. Las estrategias de marketing, claves para el éxito. *Distribución y Consumo*. Abril-mayo (17 pp.).

COBO, F.B., L. GONZÁLEZ (2001). La agricultura ecológica ante la gran distribución. *Distribución y Consumo*. Noviembre-diciembre, 66-80.

HUTCHINS, R.K., L.A. GREENHALGH (1995). Organic confusion: sustaining competitive advantage. *Nutrition & Food Science*, No 6, 11-14.

PULIDO, A. (1987). Estadística y técnicas de investigación social. Ediciones Pirámide. Madrid.

RODDY, G., C. COWAN, G. HUTCHINSON (1994). Organic food: a description of the irish market. *British Food Journal*, 96(4): 3-10.

SÁNCHEZ, M., M. ETXANIZ (1996). Estudio de las preferencias en el consumo de productos de agricultura ecológica. Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. *Agricultura ecológica y desarrollo rural*, 261-272.

WIER, M., C. CALVERLEY (2002). Market potential for organic foods in Europe. *British Food Journal*, 104(1): 45-62.

Estructura de preferencias de los consumidores respecto a los productos ecológicos en Castilla-La Mancha

R. BERNABEU, A. TENDERO, M. OLMEDA, S. CASTILLO

E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario, s/n. 02071 Albacete. e-mail: *rodolfo.bernabeu@uclm.es*

RESUMEN

El estudio del comportamiento del consumidor es interesante para aquellas organizaciones y empresas que operan en mercados de crecimiento lento. Esta es precisamente una característica estructural que, en general, domina el mercado de los productos que proceden de la agricultura ecológica con respecto a lo que sucede en el resto de países de la Unión Europea, especialmente en Alemania. Un análisis completo del comportamiento del consumidor se hace necesario y con ese objetivo el presente trabajo trata de identificar la estructura de preferencias de los consumidores respecto a los productos ecológicos. Para conseguir este objetivo se ha realizado una encuesta a consumidores de productos ecológicos. El análisis de los resultados indica que de la estructura de preferencias del consumidor de productos ecológicos, el atributo más valorado es el origen, a ser posible de Castilla-La Mancha, seguido del precio y la garantía.

Palabras clave: Productos ecológicos, Comportamiento consumidor, Análisis conjunto.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica se ha convertido en uno de los modelos productivos más dinámicos de la Unión Europea. Con un índice de crecimiento anual de un 25% en la UE-15, la superficie agrícola ecológica y en proceso de reconversión ha pasado de 700.000 Ha en 1993 a 3.300.000 Ha en 1999, lo que significa un 2,6% de la superficie agrícola comunitaria (MAPA, 2002). Los principales países en superficie dedicada a la agricultura ecológica, en 1999, son: Italia, con 1.000.000 Ha; Alemania, con 450.000 Ha; Reino Unido, con 400.000 Ha, y España, con 350.000 Ha (MAPA, 2002).

En España, el desarrollo de la agricultura ecológica tiene una tendencia alcista tanto en superficie como en el número de productores y elaboradores del sector. Así, la superficie dedicada a la agricultura ecológica en el año 2001 es de 485.140 Ha, siendo 15.662 productores y 914 elaboradores los que operaban en el sector en dicho año (MAPA, 2002). Esta tendencia alcista

se refleja, en los últimos 5 años (1997-2001), en un incremento de la superficie del 299,0%, en un incremento del número de productores del 344,2% y del número de elaboradores del 226,3%.

En Castilla-La Mancha, la superficie total inscrita en agricultura ecológica considerándola como la superficie calificada en agricultura ecológica, superficie calificada en conversión y superficie calificada en primer año de prácticas es de 14.790 Ha, lo que viene a suponer el 3,1% de la superficie nacional, ocupando a 387 productores y 38 elaboradores (MAPA, 2002).

Este incremento de superficie, así como del número de productores y elaboradores, tanto en el ámbito nacional como castellanomanchego, ayudado a su vez por unas condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de la agricultura ecológica (al mismo tiempo que cada vez más existen unas crecientes convicciones de los consumidores hacia una alimentación sana y de protección al medio ambiente), no se ha traducido en un aumento apreciable en el consumo de los productos ecológicos siendo aún hoy en día muy minoritario, por lo que la mayor parte de la producción se destina a la exportación dirigida fundamentalmente a Alemania.

El objetivo fundamental de este trabajo se centra en determinar cuál es la estructura de preferencias del consumidor de Castilla-La Mancha respecto a los productos ecológicos. El fin último del conocimiento de la estructura de preferencias no es otro que pueda ser utilizado por las empresas en la elaboración de sus estrategias comerciales.

METODOLOGÍA

La principal fuente de información empleada ha sido mediante entrevistas personales (encuestas) dirigida a una muestra representativa de compradores habituales de alimentos para su consumo en el hogar, residentes en la provincia de Albacete. La encuesta fue realizada en los meses de junio, julio y octubre de 2001 sobre una muestra aleatoria doblemente estratificada por número de habitantes por comarca agraria y edad, a personas que se disponían a comprar en tiendas, supermercados y centros comerciales. Se realizaron 402 encuestas. El error máximo cometido no supera el 5%, para un nivel de confianza del 95,5% (k = 2). Con anterioridad al trabajo de campo se realizó un cuestionario previo a 13 personas.

El análisis de los datos ha comprendido la realización de un análisis descriptivo univariante de los datos de las posibles preguntas influyentes en el comportamiento de compra de productos ecológicos, y de un análisis multivariante a través de la técnica de Análisis Conjunto (AC). Mediante el AC (GREEN y RAO, 1971) se determinó cuál es la estructura de preferencias de los consumidores de productos ecológicos, con el objetivo de identificar, explorar y cuantificar las actitudes de los consumidores de productos ecológicos para diagnosticar lo que éstos desean realmente. Las utilidades estimadas del análisis conjunto, que se realizaron a través de mínimos cuadrados generalizados, permitieron conocer la importancia relativa que los consumidores conceden a cada atributo de los productos ecológicos.

Los atributos seleccionados, obtenidos de estudios similares efectuados por Gracia y col. (1998) y Brugarolas (1999), en la definición de producto ecológico son tres: *Precio, Origen y Garantía*. Los niveles considerados en el precio son: sin sobreprecio (0%), con un sobreprecio de hasta un diez por ciento (+10%) y con un sobreprecio de hasta un veinte por ciento (+20%), respecto a los productos de la agricultura convencional. Los niveles considerados en el atributo Origen son productos cuya procedencia es de Castilla-La Mancha (CLM), o bien del resto de España o del extranjero. Por último, los niveles considerados del atributo Garantía son productos

ecológicos sin ningún tipo de residuos (sin residuos), o bien productos ecológicos con un nivel de residuos permitidos (residuos legales).

Con estos tres atributos y sus ocho niveles se obtendría un número elevado de perfiles posibles (18), por lo que se eligió un diseño factorial fraccionado pues permite, con una muestra de los perfiles anteriores, mantener la eficiencia de la selección y de la evaluación de la importancia relativa de los atributos del producto, por ello, se utilizó el procedimiento *Orthoplan* que reduce las posibilidades a solo nueve (Tabla I), con el objetivo de calibrar la influencia individual de cada uno de dichos aspectos en la estructura de preferencias de los consumidores (BRETTON-CLARK, 1986).

Tabla I. Productos hipotéticos expuestos a los encuestados

Producto	Precio	Origen	Garantía
1	0%	Extranjero	Sin residuos
2	+20%	Resto España	Sin residuos
3	0%	Castilla-La Mancha	Sin residuos
4	+10%	Castilla-La Mancha	Sin residuos
5	+10%	Resto España	Sin residuos
6	0%	Resto España	Residuos legales
7	+10%	Extranjero	Residuos legales
8	+20%	Extranjero	Sin residuos
9	+20%	Castilla-La Mancha	Residuos legales

Una vez diseñado el conjunto de productos ecológicos hipotéticos, se le presentó al encuestado en forma de tarjeta, y éste los ordenó de acuerdo con sus preferencias, asignando un rango a cada tarjeta comprendido entre el uno y el nueve, considerando el uno como el producto menos valorado y el nueve con el mejor. Estas puntuaciones de utilidad parcial, también llamadas *parthwords*, se utilizaron para descubrir cuáles son las características que presentan una mayor influencia sobre la preferencia total del producto, así como la importancia relativa de cada atributo.

La especificación del modelo de análisis conjunto parte de la hipótesis de que las preferencias de las personas entrevistadas, o su valoración global de los productos que forman parte de la encuesta, se obtiene a partir de las puntuaciones individuales de cada atributo, de tal manera que la suma de dichas puntuaciones genera la valoración global (STEENKAMP, 1987). Se partió de un modelo aditivo ya que explica, en casi todos los casos, un porcentaje muy elevado (de entre el 80% o 90%) la variación de la preferencia de los individuos (HAIR y col., 1992). Su formulación es:

$$\text{Valoración} = \beta_o + \sum_{i=1}^{n} \beta_i D_{1i} + \sum_{j=1}^{m} \beta_j D_{2j} + \sum_{k=1}^{p} \beta_k D_{3k}$$

donde β_{1i}, β_{2j} y β_{3k} son los *partworths* asociados a los niveles i (i=1,2,…,n); j (j=1,2,…,m), y k (k=1,2,…,p) de los atributos precio (1), origen (2) y garantía (3), respectivamente. Las

variables *dummy* D_{1i}, D_{2j} y D_{3k} toman el valor uno si el nivel correspondiente del atributo está presente y el valor cero en el resto de los casos. Para la estimación de las utilidades y la importancia de los atributos se usó el procedimiento *Conjoint*. El procesamiento informático de la información se realizó con el paquete estadístico SPSS para Windows, versión 9.0 (SPSS Inc., 1999).

Los datos sociológicos de la población encuestada son (Figura 1): hombre y mujeres, con edad comprendida entre 18 y 34 años (36,5%), con un nivel de estudios elemental (35,3%) y con una renta familiar mensual comprendida entre 900 E y 1.500 E (38,1%).

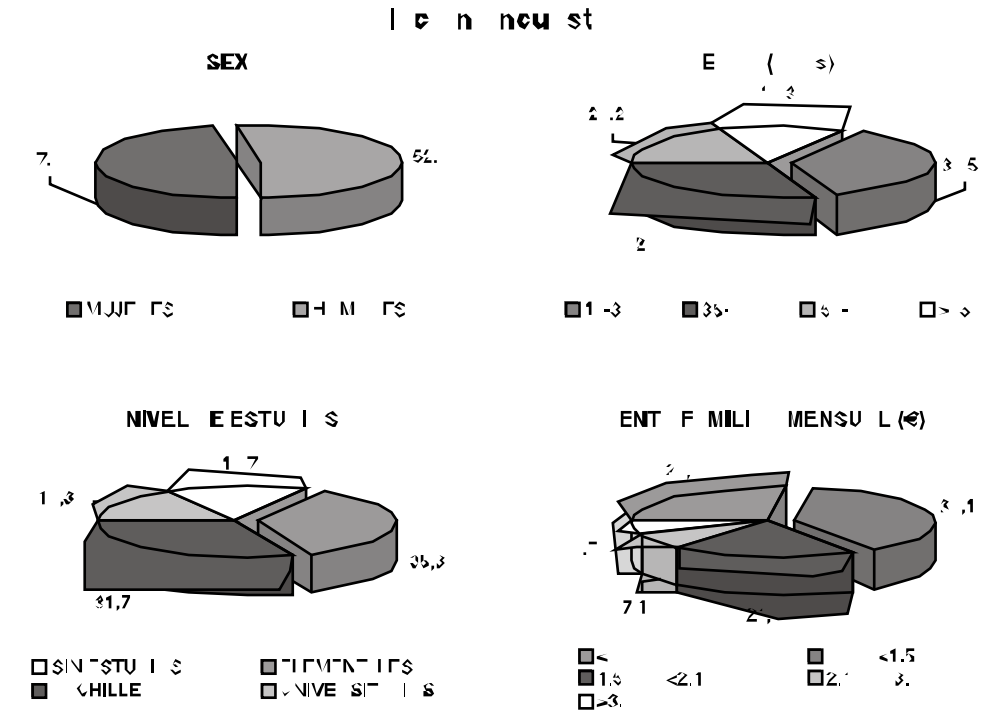


Figura 1. *Población encuestada*

RESULTADOS

Características básicas del consumidor de productos ecológicos

Sólo el 9,9% de los consumidores manifiesta consumir productos ecológicos mientras que el 90,1%, no. Los motivos esgrimidos del no consumo de productos ecológicos son porque no los conoce (47,1%), o si los conoce, son difíciles de encontrar (35,3%), o son caros (16,8%) o tienen dudas respecto a su procedencia (0,8%).

Atendiendo a la actitudes particulares de los consumidores de productos ecológicos, la salud (66,3%) es el principal motivo de consumo. Consideran como productos ecológicos a los pro-

ductos con etiqueta del Consejo Regulador de Agricultura Ecológica (CRAE) (34,5%), a los producidos sin productos químicos (32,5%), a los productos de huerta (22,2%) y a los productos que no tienen en su composición ni conservantes ni colorantes (10,7%). Por último, estos consumidores, respecto a los procesos de producción, están especialmente preocupados por la destrucción de la Naturaleza (41,7%), el incumplimiento de la legislación por las empresas (30,6%), el cambio climático producido por la actividad humana (15,5%) y los fenómenos de contaminación agraria en el medio ambiente (12,3%).

Estructura de preferencias de los consumidores

Las utilidades estimadas de cada uno de los niveles de los atributos considerados (Tabla II) muestra que los consumidores se decantan por los productos ecológicos de Castilla-La Mancha, sin residuos de ningún tipo y de menor precio.

Tabla II. Utilidad estimada para cada nivel de los atributos en las preferencias individuales

Atributo		Utilidad
Precio		
Constante		4,5714
	0%	1,0728
	+10%	0,4775
	+20%	-1,5503
Origen		
	CLM	1,6521
	Resto de España	0,3492
	Extranjero	-2,0013
Garantía		
	Sin residuos	1,2857
	Residuos legales	-1,2857
	R (p <0,001)	**0,997**
	Tau de Kendall (p<0,001)	**0,889**

El cálculo de la importancia relativa de cada atributo a partir de la de sus niveles viene dado por la siguiente fórmula:

$$I_a = \frac{\max U_i - \min U_i}{\sum(\max U_i - \min U_i)}$$

obteniéndose los resultados que aparecen en la Tabla III.

Tabla III. Importancia relativa de los atributos

Atributo	Porcentaje (%)
Precio	30,66
Origen	41,21
Garantía	28,13

De la Tabla III se desprende que el origen es el atributo más valorado por parte de los consumidores, seguido a gran distancia por los otros dos atributos, entre los cuales no se aprecian diferencias significativas.

Con los datos de la Tabla II es posible realizar simulaciones sobre la utilidad que le reporta al consumidor diferentes e hipotéticos productos ecológicos. La utilidad total de cada producto ecológico se obtendrá mediante la suma del nivel base (constante) y de las utilidades marginales atribuibles a los distintos niveles correspondientes a cada atributo.

Se han tomado los nueve productos hipotéticos presentados a los encuestados, los resultados vienen reflejados en la Tabla IV.

Tabla IV. Utilidad total de los productos ecológicos hipotéticos

Precio	Origen	Garantía	Utilidad
0%	Extranjero	Sin residuos	0,3572
20%	Resto España	Sin residuos	0,0846
0%	CLM	Sin residuos	4,0106
10%	CLM	Sin residuos	3,4153
10%	Resto España	Sin residuos	2,1124
0%	Resto España	Residuos legales	0,1363
10%	Extranjero	Residuos legales	-2,8094
20%	Extranjero	Sin residuos	-2,2659
20%	CLM	Residuos legales	-1,1839

Con los resultados de la Tabla IV se pone de manifiesto que el producto preferido por los consumidores es un producto ecológico que no tiene un sobreprecio sobre el mismo producto obtenido de la agricultura tradicional, de cuyo origen es Castilla-La Mancha y que no tiene residuos de ningún tipo. Considerando sólo dos productos alternativos al producto preferido anterior, un primer producto alternativo sería, con un sobreprecio de hasta un 10% sobre el precio del mismo producto obtenido por la agricultura tradicional, producido en Castilla-La Mancha y sin residuos, y finalmente, un segundo producto alternativo sería, sin sobreprecio, producido en el resto de España y que, igualmente, no posea ningún tipo de residuos (Tabla V).

Adicionalmente, se determinó la demanda o cuota de mercado correspondiente a cada producto. Para ello, se eligió el criterio que se fundamenta en las cuotas de utilidad, para determinar la probabilidad de elección de cada producto.

Tabla V. Producto ecológico preferido y alternativos

Atributos	Prod. preferido	Prod. alternativo 1	Prod. alternativo 2
Precio (utilidad)	0% (1,0728)	+10% (0,4775)	0% (1,0728)
Origen (utilidad)	CLM (1,6521)	CLM (1,6521)	Resto de España (0,3492)
Nivel de residuos (utilidad)	Sin residuos (1,2857)	Sin residuos (1,2857)	Sin residuos (1,2857)
Utilidad total	4,0106	3,4153	2,7077

La probabilidad de compra del *producto ecológico X* o cuota de mercado simulada se calculó a través de:

$$P(x) = \frac{U(x)}{\sum U(n)}$$

siendo:
P(x): cuota de mercado del producto x
U(x): utilidad asignada al producto x
U(n): suma de todas las utilidades de los productos utilizados en la simulación

obteniéndose los resultados que se muestran en la Tabla VI.

Tabla VI. Cuotas de mercado del producto preferido y alternativos

Productos	Utilidades	Porcentajes
Producto preferido	4,0106	39,58%
Producto alternativo 1	3,4153	33,70%
Producto alternativo 2	2,7077	26,72%
∑ U(n)	10,1336	

En la Tabla VI se muestra que la mayor cuota de mercado de los productos ecológicos corresponde al producto preferido y al alternativo 1, ambos originarios de Castilla-La Mancha y sin residuos de ningún tipo. En conjunto, la cuota de mercado podría situarse en el 73,28%, aunque parte de estos consumidores (33,70%) estarían dispuestos a pagar hasta un 10% más de sobreprecio sobre un producto convencional.

Por otra parte, se estudió la posible existencia de diferencias significativas entre los atributos dependiendo de si se trata de un consumidor habitual o no. Con esta hipótesis, el modelo de preferencia de los individuos, estimado mediante un método doblemente censurado (Modelo Tobit), se formuló de la siguiente manera:

$$\text{Valoración} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Precio} + \beta_2 \cdot \text{CLM} + \beta_3 \cdot RE + \beta_4 \cdot SR + \beta_5 \cdot \text{CH} + \beta_6 \cdot \text{Precio_CH} + \beta_7 \cdot \text{CLM_CH} + \beta_8 \cdot RE\text{_CH} + \beta_9 \cdot SR\text{_CH} + U$$

donde:

Valoración= variable que indica la puntuación asignada a cada producto hipotético.
Precio= Precio.
CLM= Variable ficticia para los productos ecológicos de Castilla-La Mancha.
RE= Variable ficticia para los productos ecológicos del resto de España.
SR= Variable ficticia para los productos ecológicos sin residuos.
CH= Variable ficticia para el consumidor habitual.
_= Indica la interacción entre cada atributo y la variable ficticia anterior.
U= Término de error.

La estimación del modelo anterior se realizó por el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, obteniéndose un valor para el coeficiente de Breusch-Pagan de 4,98 por lo que se rechaza la hipótesis de homocedasticidad para los errores, ya que al 5% debiera de ser inferior a 3,8%. Los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla VII.

Tabla VII. Parámetros estimados en el modelo conjunto de los productos ecológicos

Variables	Parámetros	Estadístico-t	
Constante	59,1728	8,1702	**
Precio	-3,672	-1,9612	**
CLM	38,4561	5,3671	*
RE	29,1230	4,6951	**
SR	16,3642	6,1279	
CH	9,3251	1,5271	**
Precio_CH	-0,0072	-0,0863	*
CLM_CH	-20,8269	-5,2684	*
RE_CH	-13,2491	-7,3642	**
SE_CH	-7,3675	-3,8215	**
Het^2	0,0075	8,4200	**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla anterior y en relación a la bondad del modelo, se puede decir que casi todos los parámetros estimados han resultado estadísticamente significativos al nivel del 5% (en concreto el 91% de los parámetros). En concreto las variables ficticias asociadas al tipo de consumidor son significativas, lo que indica que los consumidores declaran unas preferencias estadísticamente significativas según sean consumidores habituales o no.

En cuanto a los atributos, el precio muestra un signo negativo, lo que indica una menor utilidad a medida que aumenta su valor, fenómeno que es bastante habitual en este tipo de estudios.

La Disposición Marginal a Pagar (DMP_i) por los distintos niveles de atributos de los productos ecológicos se obtiene mediante el cociente del parámetro estimado para el nivel de atributo seleccionado y el correspondiente precio (GAN y LUZAR, 1993), de la siguiente forma:

$$DPM_i = \frac{\beta_i \text{ corregido con } \beta_{-CH}}{\beta_1 \text{ corregido con } \beta_6}$$

La disposición marginal a pagar del consumidor castellanomanchego por un producto ecológico respecto a un producto convencional originario de Castilla-La Mancha es de 4,81%, por encima de los 4,33% que pagaría si fuera del resto de España.

CONCLUSIONES

Aproximadamente sólo un diez por ciento de los consumidores manifiesta consumir productos ecológicos, siendo el principal motivo de consumo la salud. Identifican como productos ecológicos aquellos que tienen el sello del Consejo Regulador de Agricultura Ecológica y valoran el origen como el principal atributo en el consumo de productos ecológicos, seguido del precio y de la garantía que ofrecen. Así, no es de extrañar que el producto ecológico preferido por los castellanomanchegos sea de Castilla-La Mancha, sin sobreprecio sobre la agricultura convencional y a ser posible sin residuos de ningún tipo, manifestando una disposición marginal a pagar por los productos ecológicos de la propia región hasta un cinco por ciento adicional. Sobre tres productos ecológicos hipotéticos, la cuota estimada de los dos primeros, ambos originarios de Castilla-La Mancha, se sitúa en el 73,28%, lo que puede dar idea de la potencialidad de este tipo de productos.

Respecto a los no consumidores de productos ecológicos, resaltar que prácticamente se dividen por mitad; entre aquellos que específicamente no los conoce y entre los que los conocen, los valoran como difíciles de encontrar o son caros.

El resultado final parece indicar que hoy en día el consumo de productos ecológicos es en Castilla-La Mancha muy minoritario, y que aún valorando el origen como el principal atributo como garantía en la producción y elaboración de los productos, el consumidor no parece dispuesto a pagar un sobreprecio elevado por un producto ecológico respecto a otro convencional. Por otra parte, otra realidad es que no son conocidos (o no se encuentran), por lo que quizás una posible estrategia pasaría por realizar campañas de comunicación tanto por la Administración como por el Consejo Regulador de Agricultura Ecológica en las que el cuerpo del mensaje trataría de mostrar las virtudes de estos productos respecto a la salud y el medio ambiente, y así intentar incrementar la demanda global de consumo. Al mismo tiempo, las empresas productoras y elaboradoras podrían adoptar unas estrategias de penetración en el mercado junto con un mayor esfuerzo en la distribución para así llegar a más puntos de venta. El objetivo último es que el consumidor tenga disponibles la mayor variedad de productos ecológicos en los puntos de venta y que el sobreprecio que paga, respecto a un producto convencional, se compense respecto a los beneficios que le reporta.

BIBLIOGRAFÍA

BRETTON-CLARK (1986). *Conjoint Designer and Conjoint Analyzer, version 2.0.* Bretton-Clark.

BRUGAROLAS, M. (1999). *Actitudes de los consumidores valencianos hacia los productos ecológicos*. Valencia: Universidad Politécnica. Tesis Doctoral.

GRACIA, A.; GIL, J.M.; SÁNCHEZ, M. (1998). Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón. Zaragoza: Diputación General de Aragón, 122 pp.

GREEN, P.E.; RAO, V.R. (1971). *Conjoint Measurement from Quantifying Judgemental Data.* Journal of Marketing Research, (8): 355-363.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAN, R.L. (1992). *Multivariate data analysis with readings.* New York: MacMillan, 2nd edition.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA) (2002). *Hechos y cifras del sector agroalimentario y del medio rural español 2001*. Madrid: Secretaría General Técnica, 105 pp.

SPSS, Inc. (1999). *SPSS Categories*. Version 9.0. Chicago.

STEENKAMP, J.B. (1987). *Conjoint measurement in ham quality evaluation.* Journal of Agricultural Economics, (38): 473-480.

Productores y consumidores se asocian en torno a productos lácteos orgánicos en Montevideo

P. ACOSTA CASINELLI

M. Sc. Dto. Agroecología Rel-UITA. Uruguay. e-mail: patac@adinet.com.uy

RESUMEN

Se presenta una experiencia de producción, elaboración y comercialización de productos lácteos orgánicos, que se diferencia del modelo de agricultura predominante en Uruguay. Se basa en una gestión que logra: 1) viabilidad económica en base a diversificación e integración, que incluye una vinculación directa con el consumidor; 2) sustentabilidad y eficiencia ecológica en base a un manejo sistémico y agroecológico; y 3) ser generadora de empleo genuinamente productivo y aporta a la comunidad capacitando a grupos de jóvenes en esta forma innovadora de gestión.

El objetivo del trabajo es difundir esta iniciativa como contracara del fracaso del modelo dominante y como aporte para pensar otras alternativas. Por esa razón se presenta brevemente el contexto nacional y departamental en que se desarrolla.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo propone difundir una experiencia productiva alternativa y exitosa. Se trata de un establecimiento familiar, cooperativo y orgánico que produce, elabora y comercializa productos lácteos. Allí nada es como se dice que «debe ser» el modelo agropecuario predominante, tal vez por eso se llame «El Mundo al Revés».

En 43 hectáreas en Montevideo, a 14 Km del centro de la capital, vive una familia de 12 personas de un sistema productivo que busca y logra ser amable con los animales, con el entorno y con los que allí trabajan, se busca producir calidad y no cantidad, los insumos que se usan son los imprescindibles, todos trabajan juntos y sus clientes, unos 300, son socios del emprendimiento.

Esta es una experiencia de ganadería sustentable que mantiene y mejora las condiciones del ecosistema que gestiona, que ha demostrado ser económicamente viable y que contribuye a que las estructuras sociales y los valores locales perduren (ACOSTA, 2001).

El emprendimiento comenzó en 1985 cuando esta familia regresa de la Argentina. Una de las características que los destacan en su experiencia como productores es el ser muy observadores y críticos de los paquetes tecnológicos. Cuando venía la receta que decía que había que hacer una pradera con tantos kilos de fertilizante, tantos kilos de semilla, y con tal tipo de laboreo; lo

primero era preguntarse si el fertilizante lo necesitaba realmente, primero por una cuestión lógica, y segundo por no desperdiciar recursos financieros.

Por ejemplo se preguntaron si era necesario el fertilizante siendo un campo que tuvo papa con altas fertilizaciones y luego estuvo 15 años abandonado, y era previsible que tuviera reservas interesantes, se intuía que no era necesario el fertilizante. Los análisis de suelo confirmaron que los niveles de fertilidad eran altísimos sobre todo en fósforo y potasio.

METODOLOGÍA

La experiencia que se presenta está enmarcada en un trabajo de identificación y selección de experiencias agropecuarias sostenibles, capaces de ser económicamente viables, ecológicamente sostenibles y socialmente incluyentes. El punto que tienen en común es estar orientadas por un paradigma diferente al productivista predominante, practican «*un modo de agricultura que proporciona rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema, los esfuerzos se orientan a la optimización del agroecosistema en su conjunto en lugar de concentrarse en maximizar los rendimientos de corto plazo de un determinado rubro*» (ALTIERI, 1994).

El relevamiento de esta experiencia involucra entrevistas, recorridas en terreno y revisión de información secundaria que permita contextualizarlas en el rubro o giro de actividad, en las características de su entomo territorial y en el panorama general de la agropecuaria en el Uruguay.

No se pretende en este trabajo más que dar difusión a una experiencia que ha sido exitosa en un contexto de crisis agropecuaria nacional y regional sin contar con subsidios de ningún tipo.

Este éxito se logró a través de la elección de prácticas agrícolas orientadas a un manejo sistémico, diversificado y orientado a reforzar la capacidad de autorregulación del agroecosistema y potenciar complementariedades y sinergias, así como en una gestión innovadora de la unidad de producción agropecuaria, integrando las tres fases producción, elaboración y comercialización, en el marco de una cooperativa familiar.

EL CONTEXTO

En Uruguay la producción nacional de leche aumentó un 60% entre 1990 y el 2000, llegando a 1.300 millones de litros por año. Este aumento corresponde a productores que remiten a planta, quedando la industrialización en predios restringida a los productores más pequeños. Hay 6.500 tambos comerciales, el número de productores disminuye y el área se mantiene, en el rodeo aumenta la participación de las categorías productivas. A su vez el país diversificó y calificó sus exportaciones crecientes de lácteos, esto se ha logrado a través de la especialización de empresas industrializadoras en rubros específicos (CGA-MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA, 2000). Esto marca claramente una tendencia al aumento del tamaño de explotaciones y concentración de la tierra por un lado y una innovación tecnológica tendiente a aumentar la producción por hectárea aún a costa de aumentar el uso de insumos. El paquete tecnológico predominante se basa en rotaciones forrajeras cortas, con mucha utilización de verdeos y uso creciente de concentrados en la alimentación animal. Un modelo típicamente de ganadería industrial donde «más pasa a significar mejor» (BORGES, 2000).

El Mundo al Revés está en la zona rural del departamento de Montevideo, que tiene 1.344.839 habitantes de los 3.163.763 que tiene el país, un 42%; la gran mayoría viven en el área urbana 1.284.839, el 95.5%. Datos que muestran claramente un fenómeno de macrocefalia severo. El caso de Uruguay con apenas un 9% de población rural es atípico en América Latina que aún conserva un porcentaje mucho mayor.

Desde la perspectiva sociodemográfica y de ordenamiento ambiental del territorio área rural montevideana reúne características que le confieren un valor intrínseco y un valor en su relación con la ciudad, con el departamento y con el área metropolitana. Abarca unas 33.746 hectáreas, 64% del área departamental, alberga aproximadamente 60.000 habitantes, de los cuales 1.500 son productores agropecuarios. Es un territorio con una identidad propia, se asienta en un medio natural heterogéneo, con alta potencialidad productiva con un modo histórico y particular de utilización del territorio que implica un estilo de vida sustancialmente distinto al urbano. El gobierno municipal de Montevideo ha fijado objetivos de gestión territorial para proteger este patrimonio natural, este modo histórico y característico de antropización y el estilo de vida, es decir, todos los factores que hacen a la identidad del área rural.

Para llevar adelante la protección la Intendencia utilizó dos mecanismos: principales criterios de ordenación territorial y mecanismos de gestión articulados en la normativa, en la cual se destacan el Decreto 26.986/96 y el Plan de Ordenamiento Territorial (Decreto 28.242/98). El Decreto 26.986 declara «*de interés municipal preservar, valorizar y promover las áreas rurales de producción agrícola y las áreas de paisaje natural en suelo rural de Montevideo*». Fundándose en la «*explícita intención de valorización ambiental del territorio por la existencia de potencialidades físico-naturales, socioeconómicas, histórico-culturales y tecnológico productivas*». Y plantea «*regular qué tipo de actividades y usos del suelo deseables y posibles en cada zona, considerando el interés general de los montevideanos*» y «*que los criterios y las acciones necesarias para hacerlo son parte de la política de ordenamiento territorial municipal*». Estableciendo a su vez que: «*En esta área* (rural con protección) *no se autorizarán implantaciones urbanísticas, construcciones u otras intervenciones que contravengan los valores protegidos. También se preservará y valorizará el carácter testimonial de las construcciones y entornos urbanos en zona rural y en centros poblados vinculados a ella*». Luego el Plan de Ordenamiento Territorial para Montevideo (Decreto 28.242/98) establece directrices de zonificación y ordenación del suelo rural para proteger no sólo el medio natural, sino también un modo histórico y particular de apropiación del territorio y un estilo de vida propio. Para ello distingue tres zonas con régimen de protección: el Área Agrícola, el Área Ecológica significativa y la Costa Oeste.

El Decreto 26.986/96 crea, y posteriormente el POT ratifica, la Comisión Especial Permanente de Montevideo Rural (CEPMR) «*con el cometido de promover y coordinar todas las intervenciones en el área, tendiendo a la preservación de sus valores*». Integrada por trece miembros pertenecientes a distintos ámbitos del gobiemo nacional y departamental así como organizaciones de la sociedad civil: los Ministerios de Ganadería, Agricultura y Pesca, de Turismo y de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio ambiente, la Universidad de la República, productores y vecinos del área.

Estar en plena zona metropolitana, al borde de la ciudad tiene muchas particularidades, ventajas y desventajas. El mercado está muy cerca, lo que facilita el acceso, 14 Km del centro de Montevideo, a un mercado grande, lo que nos habilita a hacer un intercambio rápido y directo con el consumidor . Nos permite a nosotros llevar una vida menos aislada, mis hermanas pudieron hacer el liceo, yo la facultad. Accedemos a todas las comodidades que brin-

da la ciudad estando en un lugar que nos permite llevar a cabo la producción, un área rural. La seguridad es un tema serio, el robo de animales es recurrente, todos los años alguno llega a ocurrir. Cada vez el problema se va tornando más grave porque la ciudad se nos viene encima. Los campos abandonados también son un problema porque crean una cantidad de refugios de paso de libre circulación de un montón de cosas. «Que la IMM baje la contribución[1] al por declarar producción al Mundo al Revés le sirve, pero fomentos o incentivos que nos llegue a nosotros propiamente no hay». No existe un plan global, una política productiva para el área rural, ni nacional ni municipal.

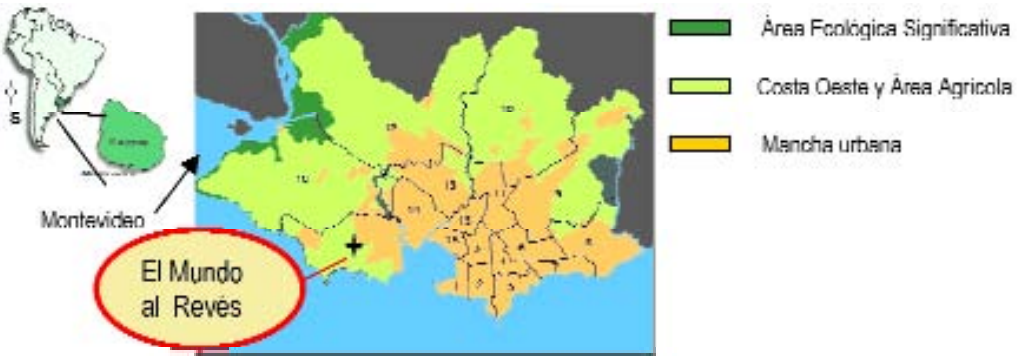


Figura 1. *Mapa del departamento de Montevideo señalando el área urbana y las áreas protegidas Agrícolas, Ecológicas Significativas y la Costa Oeste*

LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA: EL TAMBO[2]

Este emprendimiento comenzó siendo un tambo que remitía leche fluida a Conaprole[3] desde 1985 hasta 1996, cuando llegaron a remitir 14.000 litros por mes, luego hasta 1998 se remitía una parte y otra se elaboraba. En las 43 Ha., el promedio son 5.000 litros por hectárea, alto y eficiente, y se logra en base a pasto y manejo, del pastoreo y del ordeñe.

La base forrajera para alimentar a las vacas está compuesta por alfalfa, praderas artificiales y verdeos[4] de invierno (avena, avena y *rye grass*, trébol alejandrino y trigo forrajero) y de verano (maíz y moha). También se hacen reservas para los momentos críticos, fardos hechos en el predio atados con alambre porque el hilo da problemas y es difícil de disponer. La ración se usa de forma estratégica, en poca cantidad, en el ordeñe.

La clave es el manejo del pastoreo, que se hace en franjas y cuadrados donde entra sólo la vaca y allí pastorean 30 minutos y descansan 15, así no pisotean, bostean, controlan meteorismo. Es decir se optimiza el aprovechamiento del forraje por parte del ganado y se permite que los cultivos forrajeros se recuperen y produzcan buena cantidad y calidad de alimento.

«Éramos orgánicos inconscientemente por un montón de características: porque tratábamos de usar eficientemente los recursos que teníamos, porque no usábamos fertilizantes ni agrotóxicos de ninguna especie, usábamos la mínima cantidad de antibióticos, porque era muy caro … entonces, si había una forma de prevenir y evitar la necesidad de usarlos, por qué los íbamos a usar» cuenta Ana Inés (2002).

Llegaron a eso por razones productivas por un lado y por un aspecto ideológico también. Porque todos los tambos tuvieran mastitis[5] no había que pensar que no podía evitarse, y efectivamente mastitis graves nunca hubo. Se confirmó hipótesis que la mastitis era un problema de manejo, si se tiene cuidado en no sobreordeñar[6] y en ordeñar completamente a las vacas, estimular adecuadamente, se evita. Tienen un trato muy especial con los animales, de mucho respeto, cuidando respetar sus necesidades, siempre están primero las vacas.

Integran la Asociación de Productores Orgánicos de Uruguay –APODU– como productores orgánicos desde 1995 y cuando cumplieron con todos los requisitos y certificaron por la Asociación Certificadora de Agricultura Ecológica de Uruguay –URUCERT–. El desarrollo del establecimiento fue muy paralelo a lo que es la producción orgánica en Uruguay.

Este tambo está aislado, rodeado por establecimientos de producción hortícola o frutícola, lejos de cualquier otro tambo, está fuera de la cuenca, nos permite evitar contagios en la parte de salud animal pero trae también dificultades por ejemplo en la comercialización. Para mantener viabilidad económica el tambo debía empezar a procesar de alguna manera su leche, al mismo tiempo daba un lugar de trabajo a los hijos de Alfonso y Ana que se estaban volcando a eso. Después de muchos intentos para diversificar y aumentar los ingresos, frutillas, chanchos, gallinas pensamos en elaborar la leche; Lucía se estaba recibiendo, aparece un crédito para jóvenes y la posibilidad de comprar el campo que arrendábamos.

En 1997 el Banco Hipotecario (estatal) abrió la línea «Radicación de jóvenes en el área rural», hicimos el proyecto productivo formal y bueno el banco lo aceptó y nos dieron el crédito. El proyecto constaba de una planta donde se producían todos los productos con la leche nuestra, o sea la garantía era que se procesaba la leche nuestra, del propio establecimiento.

LA ELABORACIÓN: LA MINILACTERÍA

Lucía tenía claro que se necesitaba una planta para producir lácteos y empezó a adaptar el plano que se había preparado para presentar al banco a los recursos reales y lo que teníamos. Es ahí cuando empieza a organizarse El Mundo al Revés, como tal, que empieza con un puntapié inicial de Alfonso, Ana, Ana Inés, Lucía y con un acercamiento de Ema y Clara, que después se integran plenamente.

La planta la construyeron entre todos, compraron paneles aislantes, los recortaron y ensamblaron; las ollas están recicladas.

Figura 2.*Vaca pastando, Minilactería, planta elaboradora, productos elaborados*

Tabla I. Productos elaborados en «El Mundo al Revés»

Dulce de leche, común y con sabores: menta, mieles de caña, chocolate, canela.
Helados, de crema dulce de leche, dulce de leche granizado y sambayón.
Yogures, natural, frutados (con frutas orgánicas) higo, durazno, frutilla, con dulce de leche y con miel, crema doble.
Manteca, ghee, manteca clarificada.
Quesos untables, naturales, con sabores, aceituna, salame, ajo y perejil, panceta, orégano, pimienta y albahaca. **Quesos duros**: queso magro, dambo, cuartirolo, parrillero, y también parmesano (1 año de maduración) porque no tiene aceleradores, los convencionales sí y maduran en 3 meses y Sbrinz (9 meses de maduración mientras los convencionales 3-6 meses). Sirven de fusibles cuando bajan las ventas, hoy no estarían alcanzando.

Los períodos de vigencia son iguales que los de los productos convencionales que tienen conservantes, «los conservantes están de más» enfatiza Ana Inés.

Comercialización

Se partió de la idea de que nosotros teníamos una leche especial, orgánica; productos especiales que también son orgánicos, que en el mercado no existían. Por muchas razones es un producto diferenciado, entonces era interesante diferenciarlo también a nivel de la comercialización.

Figura 3. *Etiqueta que acompaña los productos, en este caso dulce de leche*

El objetivo es tener regularidad y estabilidad en la comercialización, así como la que se tenía con Conaprole que pagaba la leche todos los meses; lograrla con la venta de los productos, vender los mismos 500 litros transformados en productos y tener la misma garantía de salida.

Como productores orgánicos también teníamos preocupación por el manejo responsable de los envases, se hace reutilizándolos, en cada pedido el cliente recibe un cajón con los productos y entrega el anterior con los envases vacíos.

El supermercado vende o no vende, no permite fijar una cuota, devuelve lo que no coloca. «Nosotros siempre buscamos tener el menor desperdicio posible así que por lo tanto el super-

mercado no nos sirve) Ana Inés (2002). Después pensaron en los almacenes chiquitos, pero pasaba lo mismo con la devolución de los envases.

Entonces llegaron a la conclusión de que la mejor forma era llegarle directamente a la gente en su casa, crear un vínculo distinto entre el consumidor y el productor. Así fue que surgió la idea de estructurar un sistema de comercialización directa y personal con los consumidores, surgió el sistema de socios.

Eso era otra de las preocupaciones centrales del proyecto, porque eso era lo que podía hacer que la gente quisiera el producto en sí y por todo lo que traía atrás: un proyecto productivo, una cooperativa, gente joven, un proyecto familiar, un montón de cosas que se podían valorar desde el punto de vista del consumidor y lograr una estabilidad. «Nosotros sentimos que nuestros consumidores son socios del proyecto porque nos ayudan a que sea posible, porque se embarcan de algún modo en él, optan por el proyecto cuando optan por los productos aunque implique adoptar una forma de consumo diferente: planificar, reutilizar envases» (ANA INÉS, 2002).

Los socios cumplen con algunas condiciones, como aportar una pequeña cuota inicial, superar un monto mínimo de compra, tener regularidad en el consumo, se pueden hacer pedidos semanales, quincenales o mensuales y reciben el pedido en un día fijo de la semana, comprometerse a la reutilización de envases. A su vez «El Mundo al Revés» les ofrece productos de alta calidad nutricional y sanitaria, diversificados, entregados a domicilio, les ofrece visitar el establecimiento y los incorpora a la evaluación de la gestión y toma de decisiones en reuniones periódicas donde son invitados.

Hoy que distribuimos todo lo que podemos en base a ese sistema, tenemos entre 250 y 300 socios en los repartos semanales. Hoy sí nos planteamos algún excedente poder volcarlo a nivel de supermercado o de algún otro canal de forma de llegar a otro tipo de consumidores.

Figura 2. *Mapa de Montevideo mostrando los clientes a los que se llega semanalmente. Los distintos colores de alfileres indican días diferentes de reparto. Y la oficina de recepción de pedidos*

«Llegamos a las condiciones del sistema, a partir de la experiencia, al principio lo que hicimos fue partir de la base de gente muy conocida, 40 o 50 personas, gente que vino a la inauguración en 1998» (ANA INÉS, 2002).

Participar de esto le exige al consumidor algo distinto a lo habitual, que es ir al supermercado y comprar lo que precisa en el momento, entonces se fueron acostumbrando a que los lácteos los va pensando para la semana. «Al principio se van un poco, consumen de más, después bajan un poco, se van regulando hasta que logran hacer un pedido para toda la semana y que les dé para toda la semana» (ANA INÉS, 2002).

Este proceso de adaptación es de alrededor de dos meses, pero hay otras familias que les lleva 15 días, sobre todo la gente que hace feria, le lleva muy poquito tiempo, y la gente que tiene organizado un pedido mensual al supermercado porque es lo mismo pero en vez de ir pedís por teléfono. También hay gente que no se adapta directamente al sistema. Hay gente que va y viene, compra mucho a principio de mes y después ya no compra; hay gente que no logra una rutina, si se la llama pide y si no, no. La velocidad de adaptación ha resultado más correlacionada con el barrio que con otras características, el Prado es el más organizado.

A los que les cuesta mucho enganchar es a las personas solas, por falta de consumo; a las personas que no tienen costumbre de cocinar porque entonces el consumo se basa en los productos comestibles directos como los helados, el dulce de leche, el yogur que son productos que después de determinado tiempo generan un acostumbramiento y no se comen, baja muchísimo el consumo de los productos directos, el queso no tanto porque también se usa para cocinar como un condimento más, pero en el caso del dulce de leche, de los helados, del propio yogur generan un acostumbramiento importante y dejan de consumir.

Los 4 repartos duran como máximo tres horas y son: 1) El Prado, los martes, 2) Pocitos y aledaños, los miércoles, 3) Malvín y Punta Gorda, los jueves, y 4) el jueves de mañana disperso geográficamente, donde no se puede ir de noche, lugares de trabajo el Centro y por ahí en la vuelta, Cordón-Ciudad Vieja, y las zonas de camino la Teja, el Cerro, Paso Molino; reparto muy largo, muy disperso, que no tiene mucha estabilidad. Este último reparto es un servicio más, «a medida» para cumplir con aquella gente que quiere consumir los productos nuestros, que es más o menos estable pero que la casa no está al alcance nuestro y lo reciben en el lugar de trabajo, gente que trabaja de noche entonces vamos a la casa de mañana.

Para lo que es la cooperativa como estructura de producción faltarían más socios, tendríamos que llegar a los 350.

Hay un cierto porcentaje que es rotativo, por distintas razones porque se presentan imprevistos de trabajo, de la falta de trabajo, de los hijos que se casan entonces el consumo familiar baja, de toda una gama de problemáticas que cambian los hábitos de consumo. En este momento se está dando mucho la falta de trabajo, donde uno de los dos se queda sin trabajo, entonces baja el consumo de lácteos. El lácteo es un producto que si bien es importante dentro de la alimentación no es un producto imprescindible, no se puede prescindir de la leche fluida, pero de los derivados sí.

Es interesante destacar que en este momento hay un grupo de 20 jóvenes de la Federación Uruguaya de Cooperativas de Vivienda por Ayuda Mutua – FUCVAM– haciendo una pasantía en este establecimiento para capacitarse y entrenarse en gestión comercial. Han incorporado la difusión por la vía de abrirse y capacitar grupos interesados.

EL SISTEMA GLOBAL

Cuando ya estaba toda la fábrica funcionando y teníamos todo el sistema medio armado había que darle una forma legal, por varias razones, para resolver el registro bromatológico, separar la familia del proyecto productivo para que no existieran interferencias que podían causarnos un conflicto más adelante.

El ambiente que se crea de trabajo es muy interesante, «no es lo mismo trabajar con hermanos, con tu familia, que trabajar con gente que vos no elegís, que no compartís un montón de cosas, y *tener todos la camiseta puesta*, hace que las cosas salgan mejor» (ANA INÉS, 2002)

Hacer todo, producir, elaborar y comercializar, aseguró viabilidad económica y dio un lugar de trabajo a cada uno de los integrantes de la familia. Permitió crear un espectro de elección de trabajo muy amplio; hoy por ejemplo una de las hermanas quiere ser contadora, lo que no es necesidad del establecimiento, pero lo puede absorber.

La organización global para articular se da mucho en el quehacer diario, también hay una reunión semanal, de noche, en la que tienen que estar todos y se conversa de todo lo que pasó en la semana, las cosas que hay pendientes, los planes. Cuando se requiere se hacen reuniones especiales de planificación y evaluación.

Por ejemplo el tema de registrar bromatológicamente todos los productos demandó una cantidad de cosas, porque esta experiencia es algo muy distinto que no existe otra en el país porque es una planta muy pequeña características especiales; entonces eso genera una serie de conflictos frente a la normativa que ya existe, está planteada para o para pequeños productores, queseros tipo artesanal, o para industrias grandes, de mucho volumen de leche y muchos empleados. Pero no considera una cooperativa de tamaño intermedio, en un lugar donde se elaboren tantos productos en el mismo local por una sola persona, lo que da ciertas ventajas porque da garantía de procedimientos, de calidad y repetibilidad, de higiene, porque es la única persona que ingresa a la fábrica, no está entrando y saliendo; pertenece y es dueña de esto entonces tiene otro compromiso. Todas esas cosas en el momento de evaluar un producto se tendrían que tener en cuenta a los efectos de ver qué es lo importante, si que los procesos de los lácteos estén divididos por una pared o si es que existe otro tipo de procedimiento que puede garantizar que el producto sea bueno y sano igual.

* * *

En Mundo al Revés uno tiene la sensación de que en realidad está en otro mundo, regido por la armonía, donde la fuerza directriz no es la competencia sino la solidaridad. Es inevitable recordar las palabras de Sábato (2000) para referirse a las potencialidades de creación y gozo que entraña la acción colectiva y solidaria:

> «*Cuando critico la competencia no lo hago sólo por un principio ético, sino también por el gozo inmenso que entraña compartir el destino, que nos salvará de quedar esterilizados por la carrera hacia el éxito individual en que está acabando la vida del hombre*».

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, P. (2001). Los indicadores como herramienta de gestión participativa del Área Rural de Montevideo. Gestión participativa del área rural de Montevideo-Uruguay. Evaluación y profundización de una experiencia innovadora. UPAZ-CIID-IMM-CIEDUR. *Serie Investigaciones Nº 137. CIEDUR. Montevideo.*

ACOSTA, P. (2001). Identificación de indicadores de sustentabilidad para los sistemas arrocero-ganaderos del este de Uruguay. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo.

ACOSTA, P. (2002). El Mundo al Revés, emprendimiento cooperativo, familiar y orgánico. Entrevista Ana Inés Carriquiry. www.rel-uita.org.

ALTIERI, M. (1994). Agricultura Técnica. Vol. 54, Nº 4, pp. 371-386.

BORGES, C. (2000). Tema ecológico: naturaleza, desarrollo y progreso. En X Congreso de Sociología Rural – XXXVIII Congreso Brasileño de Economía y Sociología Rural. IRSA- SOBER. Río de Janeiro.

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA (2002). Censo General Agropecuario 2000.

SÁBATO, E. (2000). La Resistencia. Seix Barral, Buenos Aires.

NOTAS

1 En el departamento de Montevideo la Intendencia exonera del 50% de la contribución a todos aquellos predios comprendidos en el Área Agrícola que declaren producción.
2 Establecimiento de ganadería lechera.
3 Conaprole: Cooperativa Nacional de Productores de Leche.
4 Cultivos estacionales para alimentar al ganado.
5 Mastitis: Infección de la ubre de la vaca generada por mal manejo del ordeñe.
6 Sobreordeñar: continuar ordeñando después de haber extraído toda la leche acumulada en la ubre, lo que provoca lesiones.

Influencia de los canales comerciales en el desarrollo de la agricultura ecológica en Europa

A. ALONSO[1], K. KNICKEL[2], N. PARROTT[3]

[1] Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14004 Córdoba. Tel: 957-218541; Fax: 957-218563; e-mail: ec1almia@uco.es

[2] Institute for Rural Development Research (IfLS) at J. W. Goethe University Frankfurt, Zeppelinallee 31, 60325 Frankfurt/Main, Germany. Tel: 0049.69.775001; e-mail: Knickel@em.uni-frankfurt.de

[3] Dept. of Rural Sociology. Hollandsweg 1, 6706 KN Wageningen. The Netherlands. Tel: 0317 485039; e-mail: ParrottN@Cardiff.ac.uk

RESUMEN

El objetivo principal del presente artículo es determinar en qué medida los canales comerciales especializados contribuyen al desarrollo de la agricultura ecológica en diversos países europeos. Existen diferencias significativas en la estructura y orientación del mercado ecológico y en el nivel de apoyo en estos países, que están influyendo en el desarrollo del sector. Mientras que los canales de comercialización directa presentan ventajas para los productores en relación con los objetivos socioeconómicos del desarrollo rural (creación de empleo, mantenimiento de la población rural e incremento del valor añadido, entre otros), los canales convencionales de consumo masivo, principalmente los supermercados y las grandes superficies, dado que canalizan las venta de la mayor parte de la alimentación en Europa, constituyen una vía importante para comercializar grandes cantidades de producción y, con ello, pueden contribuir al incremento del sector ecológico. Desde la perspectiva política, la cuestión resultante es si, y cómo, los objetivos sociales de mantener e incrementar el bienestar rural pueden integrarse con los actualmente reconocidos beneficios de la producción ecológica.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente artículo es determinar en qué medida los canales comerciales especializados contribuyen al desarrollo de la agricultura ecológica en diversos países europeos, con especial referencia a los seis países participantes en un proyecto de investigación financiado[1] por la Comisión Europea (FAIR CT98-4288), en el cual nos basamos y al que denominaremos «Impacto» en el texto (KNICKEL y col., 2002).

En primer lugar se realiza un análisis comparativo de la situación del mercado de productos ecológicos en Europa, haciendo hincapié en la estructura y orientación de este mercado. El enfoque del segundo apartado pretende mostrar hasta qué punto el mercado ecológico está envuelto en canales cortos de comercialización en oposición a los canales convencionales de supermercados y grandes superficies. En el tercer apartado se analiza de qué manera la orientación del mercado ecológico en los diferentes países supone limitar o potenciar el desarrollo rural. La cuestión resultante en la reflexión final se dirige a los «hacedores» políticos, de tal modo que su acción permita combinar los objetivos sociales de sostenimiento de la vida rural con los objetivos de protección del ambiente que la producción ecológica conjuga.

EL MERCADO ECOLÓGICO ESPECIALIZADO EN UN ENTORNO INDUSTRIALIZADO

El concepto de mercado ecológico especializado es usado para describir a las redes comerciales alternativas o emergentes de productores, consumidores y otros actores, creadas como diferenciadoras del modo industrial de suministro de alimentos (ver MURDOCH y col., 2000; MURDOCH y MIELE, 1999). RENTING y col. (2002) enfatizan que estos canales alternativos, por su propia naturaleza, se conectan a través de diferentes construcciones sociales con la ecología, la localidad, la región, la calidad y las culturas del consumidor. En la amplia definición adoptada se engloban formas de comercialización directa en finca (tiendas y venta directa, autoservicio, cajas o bolsas preparadas con productos de temporada, servicios de comida ligados al agroturismo), así como abastecimiento a establecimientos de alimentación (tiendas especializadas, asociaciones y cooperativas de consumidores, entregas a domicilio, ferias, mercados y mercadillos locales o regionales y servicios, restaurantes y clínicas de salud, entre otros). Las cadenas alimenticias alternativas juegan un papel importante en la difusión de beneficios sociales, ecológicos y económicos de la producción ecológica, facilitando las relaciones directas entre los propios productores y entre éstos y los consumidores.

En la etapa inicial del desarrollo de la agricultura ecológica, las cadenas ecológicas especializadas, separadas de los mercados de alimentos no ecológicos existentes, fueron necesarias para conectar la escasa producción pequeña cantidad de consumidores comprometidos (MIELE, 2001). Dado que la cuota de mercado ecológica ha crecido notablemente en los últimos años en algunos países (como Austria y Suiza) la importancia relativa de estas cadenas especializadas está siendo desplazada por los mecanismos «estandarizados» de comercialización, los cuales están reconociendo una oportunidad para conectar con un nuevo mercado en expansión. En otros países (como Holanda, Francia, España, Italia, etc.) las cadenas especializadas han mantenido su posición como los primeros cauces a través de los cuales se vende el producto ecológico. La Tabla I ilustra el porcentaje de ventas en centros de consumo masivo (grandes superficies y supermercados) y la proporción de ventas de productos ecológicos respecto al total de alimentación en diferentes países europeos.

Tabla I. Porcentajes de venta de productos ecológicos

Venta a través de centros de consumo masivo (%)	Cuota de mercado de productos ecológicos
>80	Suecia (>2%), Portugal (>0.5%), Dinamarca (>2%), Finlandia (1.1-2%)
60-80	Reino Unido (0.5-1.0%), Austria (>2%), Irlanda (< 1%)
* 40-60	Suiza (>2%), Noruega (0.5%), Holanda (0.5-1.0%)
20-40	Luxemburgo (1.1-2%), Francia (0.5-1.0%), España (>0.5%), Alemania (1.1-2%), Italia (0.5-1%), Bélgica (0.5-1%)
<10	Grecia (>0.5%)

Fuente: Recopilación propia basada en SIPPO (2001); * AN BORD BIA (2002)

En la mayoría de los países escandinavos (con la excepción de Noruega) y en Portugal, la mayor parte de las ventas de productos ecológicos (más del 80%) se realiza a través de los centros de consumo masivo; por el contrario, en Grecia el porcentaje es menor del 10%. En Holanda las ventas ecológicas en los supermercados e hipermercados han subido de manera notable después de 1998 (del 19 a 45% en cuatro años), cuando la cadena de supermercados más grande «Albert Heijn» abrió una nueva línea de estos productos con marca propia y con una campaña de la promoción fuerte). Los países con el mercado ecológico mayor (aquellos que exceden del 1.5%) comparten una tendencia de estar más implicadas las ventas en centros de consumo masivos.

La Tabla II ilustra estos mismos modelos respecto a los seis países que participan en el proyecto de investigación anteriormente comentado. Los mercados ecológicos especializados tienen la porción de mercado más pequeña en el Reino Unido dónde tan sólo utilizan estos canales el 25% de estos productos. Por el contrario, en Alemania, España e Italia son predominantes y este porcentaje supera el 70%. Este hecho muestra, entre otros aspectos, que no existe una correlación entre la proporción de producción ecológica y los patrones de comercialización.

Tabla II. Importancia de la producción ecológica en seis países de la UE

	D	ES	I	IRL	NL	UK
Comercialización especializada(%)	75	71	77	40	58	30
Importancia del cultivo ecológico (% UAA; 2000)	3.2	1.3	6.8	0.7	1.4	3.3
Incremento anual del área ecológica (% 1993-98)	10.7	36.1	46.6	39.9	16.1	18.1
Consumo ecológico (% sobre el total)	1.1-2.0%	0.5-1.0%	0.5-1.0%	0.5	0.5-1.0%	0.5-1.0%
Importaciones ecológicas (% del consumo total)	>50	<50	<50	70	<50	70

Fuente: Elaboración propia basada en VAN DER GRIJP y DEN HOND (1999), SIPPO (2001), WILLER y YUSSEFI (2002), AN BORD BIA (2002)

La proporción de importaciones es otro elemento a considerar. En el Reino Unido e Irlanda, países donde menor es la importancia de los canales especializados, el porcentaje de producto ecológico importado es muy alto (70%); no obstante, también en Alemania es alto este porcentaje, por lo que tampoco parece existir una relación directa entre estos factores.

Existen otros factores de carácter histórico que contribuyen a explicar el comportamiento del mercado ecológico. La existencia de una masa social crítica favorable a la agricultura ecológica en los inicios de este sector en Alemania e Italia (ALONSO y col., 2002a), sirve de caldo de cul-

tivo para la creación de redes alternativas de comercialización. Sin embargo, esto no se produce en el Reino Unido (KNICKEL y col., 2002), sino que es más bien la rápida velocidad de respuesta de los grandes centros comerciales (en 1981 ya existían supermercados que vendían productos ecológicos) la que determina su preponderancia en este país.

En España la producción ecológica ha estado orientada desde sus inicios hacia la exportación. El escaso mercado interno existente ha sido desarrollado a través de canales comerciales especializados (ALONSO y col., 2002b). Actualmente se plantea la necesidad imperiosa de impulsar el mercado interno, sea a través de canales especializados o de consumo masivo, para evitar eventuales colapsos de los mercados de exportación de los que se depende casi en exclusiva (ALONSO, 2001).

Por otro lado, también se ha modificado el perfil del consumidor ecológico. En los inicios, la base social del consumidor era numéricamente pequeña y manejaba una gama amplia de consideraciones éticas (LATACZ-LOHMANN y FOSTER, 1997). Actualmente, la salud se ha convertido en la principal fuerza motriz del consumo de productos ecológicos, hecho especialmente motivado por el fracaso de los sistemas de manejo convencionales que han dado lugar a recientes escándalos alimenticios (pollos con dioxinas, encefalopatía bovina espongiforme…). Por ello, el consumidor ecológico está volviéndose más difuso respecto a sus inquietudes iniciales, pudiéndose caracterizar de una forma simplificada como perteneciente a dos grandes grupos: consumidores ecológicos comprometidos, cuya cesta de la compra es completa o principalmente ecológica, y consumidores ecológicos ocasionales (WIRTHGEN, 1999). Los consumidores comprometidos son menos sensibles a los diferenciales de precios y están más adaptados a la molestia que supone involucrarse en canales de comercialización directa. Los consumidores ecológicos ocasionales son más reacios a cambiar sus hábitos de compra; así, cuando el producto ecológico está disponible en su supermercado pueden inclinarse a comprarlo, si el diferencial del precio no es demasiado grande. Otra fractura en el mercado ocurre entre las personas que están comprometidas con la preparación regular de comida y aquellas que tienen menos tiempo para cocinar y requieren productos ecológicos más procesados. Esto influye no sólo en la opción de uso de un determinado canal comercial, sino en el propio modo de producción ecológico, que encuentra dificultades para ofertar este tipo de alimentos, generalmente elaborados de forma industrial.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CANALES ECOLÓGICOS ESPECIALIZADOS

Varias formas de esquemas de canales especializados o directos simplemente han sido adoptadas por los productores ecológicos para acceder al mercado. Algunas son estrategias específicas del sector ecológico, otras son compartidas con otros productos (generalmente de alta calidad) y otros utilizan métodos establecidos hace mucho tiempo establecidos manteniendo los contactos directos entre productores y consumidores. Un ejemplo típico que ilustra las conexiones íntimas entre la producción ecológica regional y los consumidores son los «esquemas de bolsa» de verdura en los Países Bajos. Un consumidor suscrito a este sistema recibe o se desplaza a la finca para recoger una bolsa semanal con verduras frescas de temporada. Estas «bolsas» de las verduras son muy populares. Mientras hace diez años era un fenómeno desconocido en los Países Bajos, en 2001 45.000 hogares están suscritos a este sistema.

La Tabla III da una visión global de la importancia relativa de cadenas de comercialización especializadas dentro de los seis países en estudio. Se puede apreciar que las formas con mayor

importancia son las tiendas ecológicas, seguidas de la comercialización directa basada en las ventas en finca (directas o a través de tiendas), los mercados de agricultores, los esquemas de bolsa y las asociaciones y cooperativas de consumidores. La importancia relativa de la comercialización directa en España e Italia parece estar relacionada con los mercados tradicionales y con el hecho que en muchos casos el productor ha mantenido eslabones de comunicación con los consumidores. En este sentido es de destacar que un porcentaje muy alto de explotaciones ecológicas en Italia (34%) está comprometido con las cadenas de suministro directo (ILBERRY y KNEAFSEY, 1999).

La situación en los países norteños sugiere que estos eslabones directos se han marchitado y han necesitado ser creados de nuevo. El crecimiento rápido de mercados de productores en Alemania, Holanda y el Reino Unido ilustra lo que está ocurriendo. En 1987 en el Reino Unido no existían apenas estos mercados; en 1999-2000 funcionaban más de 4.400, estableciéndose aproximadamente 200 con rasgos de periodicidad (WIRTHGEN, 2000). En Holanda el número de mercados regulares de productores ecológicos ha pasado en seis años de 15 a 34 en 2001.

Tabla III. Importancia de las cadenas de comercialización directa en los seis países del estudio

	D	ES	I	IRL	NL	UK
Las cadenas de comercialización directa sobre las ventas ecológicas totales (%) [b]	75	71	77	40	58 [a]	30
– Venta en finca – Mercados de productores – Esquemas de caja – Asociaciones/cooperativas de consumidores	20	22	17	8	7	18
– Internet y ventas por correo	5					
– Tiendas ecológicas especializadas	35	49 [c]	60	14	41	12
– Tiendas de alimentación natural	10				10	1
– Abastecimiento a restaurantes y otros	< 2					< 2

Fuente: Elaboración propia a partir de MICHELSEN y col. (1999), WILLER y YUSSEFI (2002) y An BORD BIA (www.bordbia.ie); [a] datos de 2001 (organic-europe.net); [b] los datos de la llave incluyen toda la comercialización directa; [c] incluye las tiendas especializadas y de alimentación natural

Para entender en mayor medida los canales de comercialización directa es necesario examinar sus fortalezas y debilidades, y preguntarse por lo que los distingue de los canales comerciales predominantes.

Las cadenas de suministro de comida convencionales han llegado a ser dominadas por un reducido número de grandes compañías. Uno de los resultados de ello es la imposición de un sistema de precios que agricultores y también activistas ecológicos sostienen no tiene en cuenta los costes sociales, económicos y medioambientales reales de la producción de comida, impidiendo el establecimiento de precios justos para los productos agrícolas y los alimentos en general. El predominio de las grandes cadenas en la comercialización de productos ecológicos en el Reino Unido es un ejemplo. Sin embargo, no ha ofrecido los incentivos de precio suficientes para que los productores pasen del cultivo convencional al ecológico; aspecto al que Latacz-Lohmann Y

Foster (1997) se refieren como «las incompatibilidades estructurales entre el cultivo ecológico y la comercialización en grandes cadenas».

Probablemente las ventajas más grandes de la comercialización directa para los productores es su carácter aglutinador que les permite acceder a los mercados, retener una proporción alta del precio final y tener un margen de ganancia bueno (MIELE, 2001; TOVEY, 1997). También les proporciona mayor grado de autonomía y habilita, de hecho impulsa, el crecimiento de una amplia variedad de cultivos, lo que reduce el riesgo de fracaso y les permite avanzar hacia una agricultura más sustentable.

Comprometerse con las cadenas directas, sin embargo, también implica mayores costes (nuevas inversiones, adquisición de formación, necesidad de reclutar personal adicional) y la posibilidad de que la actividad comercial reste tiempo a la dirección de la finca. La expansión de estos métodos entre muchos productores ecológicos sugiere que los beneficios pesen más que estas desventajas (MICHELSEN y col., 1999).

Los supermercados basan buena parte de su éxito en su diversidad (productos alimenticios y otros) y funcionalidad. Sin embargo, ellos no pueden proporcionar el servicio personal, la atmósfera, el intercambio social y la calidad de comida que las personas encuentran al hacer su compra en una tienda pequeña o directamente en las fincas. La comercialización directa satisface los planteamientos éticos y ambientales de consumidores ecológicos comprometidos, y al eliminar intermediarios, el producto ecológico puede ser entregado a precios más competitivos (MICHELSEN y col., 1999). Para los consumidores, la principal desventaja de comprar directamente productos ecológicos es la molestia inherente al desplazamiento adicional que supone acudir a uno (o varios) puntos de venta de estos productos, además de tener que comprar en los lugares habituales convencionales dada la inexistencia en muchos casos de que todos los productos requeridos estén disponibles en su forma de producción y elaboración ecológica.

La naturaleza descentralizada de la comercialización directa es otra de las fortalezas porque significa distancias cortas entre productores y consumidores, que también tienen beneficios ambientales al reducirse los desplazamientos.

Generalmente se asocia el producto ecológico con un mayor precio, lo que en algunos casos supone un freno al consumo. Esto es especialmente plausible en los centros de consumo masivo y también en tiendas especializadas y de alimentación natural, donde algunos productos ecológicos pueden ser bastante más caros que sus homólogos convencionales. Hay sin embargo diferencias sustanciales entre países y puntos de venta, dependiendo en gran medida del grado de desarrollo y configuración del mercado. En España el estudio de caso de las asociaciones de consumidores de productos ecológicos (ALONSO y GUZMÁN, 2001) indica que los precios al consumidor de los productos ecológicos en los supermercados son más del 100% más altos que los precios encontrados en estos establecimientos; incluso, el precio de los productos convencionales en los supermercados resultan superiores en un 16% al de sus homólogos ecológicos en estas asociaciones. Schaer (2001) encuentra que el precio de los productos ecológicos en los supermercados es hasta un 40% más bajo que los precios de las tiendas especializadas en productos ecológicos.

En cualquier caso, es indudable que el diferencial de precio entre los productos ecológicos y convencionales en los grandes centros de consumo tiende a disminuir. La política de precios bajos que siguen estos establecimientos para los productos convencionales y su comparación de cara al consumidor con los ecológicos, presiona a estos últimos a la baja, dado que los consumidores no están dispuestos a pagar un sobreprecio excesivo.

CONEXIONES CON EL DESARROLLO RURAL

A pesar del hecho que en la mayoría de los países de la Unión Europea las cadenas de comercialización directa están perdiendo representatividad con respecto a los grandes centros de consumo, todavía juegan un papel importante por lo que se refiere a sus sinergias con los amplios objetivos del desarrollo rural.

Las valoraciones nacionales llevadas a cabo en el proyecto «Impacto» proporcionan evidencias de ello (ver Tabla IV). En todos los países en estudio las cadenas cortas de comercialización son una de las formas más importantes del desarrollo rural. En general, generan más empleo que cualquier otra actividad de desarrollo rural (excepto los trabajos fuera de la explotación), más ingreso que la mayoría de las otras actividades (excepto los trabajos fuera de la explotación y el agroturismo) y más valor añadido neto que cualquier otra forma de actividad. Son numerosas las explotaciones que utilizan canales cortos de comercialización, destacando Italia con más del 34% de las explotaciones totales. Alemania y el Reino Unido son los países donde mayor valor añadido generan estos canales, tanto en términos absolutos como con respecto a las explotaciones involucradas, aunque en España y Alemania generan mayor empleo extra.

Tabla IV. Extra valor añadido y empleo generado por los canales cortos de comercialización (1998)

		D	ES	I	IRL	NL	UK
Explotaciones	(N)	35.000	90.000	800.000	786	6.000	14.713
	% de N total	6,5	7,4	34,6	0,5	5,6	6,3
Extra VA/N	(Euro)	19.379	2.913	410	2.113	11.333	21.609
VA extra	(10^6 Euro)	678	262	328	1,6	68	318
	% de VA total	6,4	1,5	1,6	0,1	1,0	3,0
Extra empleo	(UTA)	12.200	24.276	-	-	2.000	2.158[a]

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del proyecto «Impacto»; [a] Sólo Inglaterra y Gales

Los canales de comercialización directa a menudo provocan cambios en la producción ecológica, incrementando la manipulación y procesado de productos en la finca y la diversificación de las cosechas y de los propios mercados. En el Reino Unido el 40% de las explotaciones que venden en mercados de productores, también participa en venta directa en finca y en otras formas de comercialización directa. En España el 45% de los agricultores ecológicos están envueltos en canales de comercialización directa, porcentaje que llega al 65% en el caso de Alemania (FAIR SURVEY, 2001).

Por otro lado, muchos agricultores ecológicos están creando sinergias activas con la comercialización directa y el agroturismo, es decir, están contribuyendo a crear las condiciones para generar nuevas actividades económicas.

Estos canales cortos son una oportunidad para maximizar beneficios a productores y consumidores. Capturar una proporción mayor del valor añadido de los productos es un hecho particularmente crítico en un momento, como el actual, de crisis agraria. También son una vía para pequeños agricultores que no reúnen los requisitos de suministro (particularmente con respecto al volumen) de los grandes minoristas. Sin embargo, también debe reconocerse que hay límites

a cuánto pueden desarrollarse algunas formas de estos sistemas de comercialización; por ejemplo, hay dudas sobre cuántas tiendas en finca puede soportar un área rural determinada y cuántas de estas presentan claras ventajas con respecto a otras.

Puede verse el desarrollo de canales de comercialización directa en relación con los beneficios sociales (disminución de riesgos para la salud, generación de empleo), ambientales (reducción de la contaminación) y, especialmente, con el mantenimiento de la «localidad», al mantener la estructura productiva básica de los pueblos más pequeños y de los situados en zonas desfavorecidas (MIELE y PINDUCCIU, 2001; BANKS y PARROTT, 2000; KNICKEL y HOF, 2001).

Los canales de comercialización directa normalmente se utilizan para la venta de productos de alta calidad, incluyendo los productos regionales, lo que en cierto modo permite a los consumidores sentir una conexión personal con el producto y su productor. Un problema creciente es que cada vez más las grandes compañías involucradas tradicionalmente en los mercados de masas, están poniendo sus miras en los productos de calidad, como los ecológicos, buscando captar este lucrativo mercado en expansión.

Una cuestión importante es dilucidar de qué manera pueden fortalecerse estos canales. Los estudios del caso llevados a cabo en el proyecto anteriormente citado documentan las cualidades de los enfoques existentes ya en la práctica. Los mercados de agricultores en las ciudades, los manejos profesionales de los esquemas de caja y las asociaciones y cooperativas de consumidores de productos ecológicos son algunos ejemplos (BANKS y PARROTT, 2000; KNICKEL y HOF, 2001; ALONSO y GUZMÁN, 2001). Todos ellos dan la oportunidad a las personas urbanas y rurales para intercambiar impresiones y conectar a los consumidores con la producción, elaboración y, en definitiva, con la vida rural.

CONCLUSIONES: PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA COMERCIALIZACIÓN ECOLÓGICA DIRECTA

A lo largo del texto se han examinado las características de los canales de comercialización de los productos ecológicos, así como las complejas relaciones existentes entre el tamaño del mercado y los diferentes compromisos con las cadenas del suministro. En general son aceptables los argumentos hechos por otros autores (MICHELSEN y col., 1999; LATACZ-LOHMANN y FOSTER, 1997; MICHELSEN y col., 1999) referentes a que si el sector ecológico se mueve desde un nicho de mercado hacia la corriente principal de consumo, este crecimiento necesitará entrar en las cadenas alimenticias de consumo masivo. Con aproximadamente una media del 80% de toda la comida de la Unión Europea vendiéndose a través de estos últimos, una porción significativa del mercado total sólo puede lograrse si los productos ecológicos entran en estos mercados.

Mientras que a través del cultivo ecológico se están obteniendo importantes beneficios ambientales en áreas cada vez mayores, es improbable que impacten tan positivamente con respecto al conjunto de objetivos que conlleva el desarrollo rural. De hecho, hay ya evidencias de que los grandes centros de consumo están usando su fuerza en el mercado para reducir los precios en el sector ecológico. Dado el creciente aumento de la producción ecológica, es muy probable que en el futuro próximo los productores ecológicos se encuentren enfrentados a las mismas presiones de descenso de precios a las que sus colegas convencionales ya están demasiado familiarizados (SCHAER, 2001).

Actualmente se reconocen a nivel político los beneficios ambientales del cultivo ecológico. La mayoría de los países de la Unión Europea ha puesto en marcha sistemas del pago a través

de las medidas agroambientales, reconociendo estos beneficios y compensando a los productores ecológicos por reducir muchas de las externalidades negativas creadas por el cultivo intensivo convencional.

Nosotros defendemos que si el potencial de desarrollo rural del cultivo ecológico en su aspecto socio-económico es comprendido, entonces se verá la necesidad de apoyar el desarrollo de mecanismos eficaces para permitir a los productores ecológicos (y a otros, como los productores locales, regionales y de alimentos de calidad) acceder a los mercados más eficazmente. Existen evidencias de cómo estos mecanismos operan en la práctica (WIRTHGEN, 2000; MARSDEN y col., 2000; BANKS y PARROTT, 2000; KNICKEL y HOF, 2001; ALONSO y GUZMÁN, 2001). Puede haber también oportunidades para desarrollar nuevas formas de relación directa productor-consumidor. En algunos países se pueden reconstruir viejos canales comerciales (MIELE, 2001). Parece oportuno, por tanto, apoyar formas de comercialización directa para ayudar al mantenimiento de los ingresos de los productores agrarios, de la viabilidad de muchas explotaciones (especialmente las más pequeñas), de la diversidad agrícola y ecológica en Europa y de la estructura social de regiones (especialmente en las más desfavorecidas).

Los gobiernos reconocen cada vez más que sus mecanismos de apoyo agrícola y ganadero necesitan ser reajustados y, dónde sea oportuno, extenderlos más allá de la producción, de manera que los productores puedan retener un mayor valor añadido. Sin embargo, en el proyecto «Impacto» se ha constatado que, a pesar de que los mecanismos de comercialización directa han demostrado su capacidad para promover la valorización de las producciones locales manteniendo la viabilidad de las explotaciones, los fondos para estas iniciativas son a menudo muy limitados.

El debate sobre la posibilidad de apoyar iniciativas de comercialización directa para los productos ecológicos (y otros), como los mercados de agricultores, los esquemas de caja, las ventas directas en finca o las asociaciones y cooperativas de consumidores de productos ecológicos entre otros, sugiere que «otro sistema de alimentación es posible». Varios autores señalan que los consumidores ecológicos comprometidos prefieren los canales comerciales directos, mientras que los consumidores ecológicos ocasionales utilizan mayormente los supermercados. Por consiguiente, ambos tipos de comercialización son necesarios para el desarrollo del sector ecológico, aunque hay que tener en cuenta que la posición del productor ecológico es más débil en su negociación con centros de consumo masivos.

El desarrollo de formas de comercialización directas debe competir con el mercado regularizado y, al mismo tiempo, hacer más accesibles los productos a los consumidores. Los elementos importantes para el desarrollo de estos canales cortos de comercialización se podrían resumir en los siguientes: reducción de los costes de comercialización, generar conocimiento público sobre la calidad de los productos ecológicos, facilitar el acceso a marcas de calidad y promociones, facilitar los contactos productor-consumidor, y apoyar a la organización de productores de pequeña escala, entre otros. Todo ello podría contribuir a conjugar más intensamente el binomio desarrollo rural-protección de los ecosistemas, tal y como se realiza a través de la práctica de la agricultura y ganadería ecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A.M.; G.I. GUZMÁN (2001). *Producer and consumer associations of ecological produce in Andalucia*. Working Paper for the research programme «The Socio-economic Impact of Rural Development Policies: Realities & Potentials» (FAIR CT 98-4288). Instituto de Sociología y Estudios Campesinos. Universidad de Córdoba, Córdoba.

ALONSO, A.M. (2001). «Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español». En *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 192, pp. 123-159.

ALONSO, A.M., VENTURA, F., MILONE, P.L., GUZMÁN, G.I., DOMÍNGUEZ, M.D., SIMÓN, X. (2002a). «Institutional influence on organic agriculture development in Spain and Italy». In Miele, M. & Renting, H. (Eds.). *Farming with Nature: The Making of Organic Farming in Europe*. Van Gorcum. Assen, The Netherlands (in press).

ALONSO, A.M., GUZMÁN, G.I., DOMÍNGUEZ, M.D., SIMÓN, X. (2002b). «Influencias sociales en la evolución de la agricultura ecológica en España». En *ECOLIVA: IV Jornadas Mediterráneas de Olivar Ecológico y I Conferencia Mundial de Olivar Ecológico*. 22-25 de mayo, Génave (Jaén).

AN BORD BIA (2002), http://www.bordbia.ie (24-4-02).

BANKS, J.; N. PARROTT (2000). «Forward to the Past? The strange case of farmers' markets». *X World Congress of the IRSA*. Rio de Janeiro, Brazil. 29-7 to 6-8-2000.

FAIR SURVEY (2001). «Survey on Rural Development». Realised by Produkt + Markt (Germany) for the FAIR-Project (CT98-4288).

GRIJP, N.M. VAN DER; F. DEN HOND (1999). *Green supply chain initiatives in the European food and retailing industry*. IVM, Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.

ILBERRY, B.; M. KNEAFSEY (1999). *Regional imagery and the promotion of quality products and services from the lagging regions of the European Union*. Final report. University of Coventry, Dept. of Geography.

KNICKEL, K.; S. HOF (2001). *Farmer markets in the City of Frankfurt*. Working Paper for the research programme «The Socio-economic Impact of Rural Development Policies: Realities & Potentials» (FAIR CT 98-4288). Institut für Ländliche Strukturforschung, Johan Wolfgang Goethe, University of Frankfurt.

KNICKEL, K., PARROTT, N., ALONSO, A.M. (2002). «Dedicated Organics: Farmers' markets, box schemes, on-farm shops and the civic conventions around organic production». In Miele, M. & Renting, H. (Eds.). *Farming with Nature: The Making of Organic Farming in Europe*. Van Gorcum. Assen, The Netherlands (in press).

LATACZ-LOHMANN, U.; C. FOSTER (1997). «From 'niche' to 'mainstream' - strategies for marketing organic food in Germany and the UK». *British Food Journal*, 99, 8, pp. 275-282.

MARSDEN, T.K., J. BANKS; G. BRISTOW (2000). «Food supply chain approaches: Exploring their role in rural development». *Sociologia Ruralis*, 40 (4), pp. 424-438.

MICHELSEN, J., U. HAMM, E. WYNEN; E. ROTH (1999). *The European market for organic products: Growth and development*. Organic farming in Europe: Economics and policy, Vol. 7, Stuttgart: Universität Hohenheim.

MIELE, M.; D. PINDUCCIU (2001). «A market for nature: Linking the production and consumption of organics in Tuscany». *Journal of Environmental Policy and Planning*, 3 (2), pp. 149-162.

MIELE, M. (2001). *Creating Sustainability: The Social Construction Of The Market For Organic Products*. Wageningen University, Circle for Rural European Studies and PhD Thesis.

MURDOCH, J.; M. MIELE (1999). «Back to nature: Changing worlds of production in the food sector». *Sociologia Ruralis*, 39 (4), pp. 465-483.

MURDOCH, J., T.K. MARSDEN; J.BANKS (2000). «Quality, Nature, and Embeddedness: Some -Theoretical Considerations in the Context of the Food Sector». *Economic Geography*, 76 (2), pp. 107-125.

RENTING, H., MARSDEN, T., BANKS, J. (2002). «Understanding Alternative Food Networks: Exploring the Role of Short Food Supply Chain in Rural Development». In *Environment & Planning A* (in press).

SCHAER, B. (2001). «Öko-Lebensmittel im Supermarkt - aber wie?». In H.J. Reents (Ed.), *Von Leit-Bildern zu Leit-Linien*. Verlag Dr. Köster. Berlin, pp. 123-126.

SWISS IMPORT PROMOTION PROGRAMME-SIPPO (2001). *The Organic Market in Switzerland and the European Union*. SIPPO/FiBL. Zurich/Frick.

TOVEY (1997). «Food, environmentalism and rural sociology: On the organic farming movement in Ireland». *Sociologia Ruralis*, 37, pp. 21-37.

WILLER, H.; M. YUSSEFI (2002). *Organic Agriculture Worldwide 2002. Statistics and Future Prospects*. http://www.soel.de/inhalte/publikation/s_74_04.pdf. Stiftung Ökologie & Landbau.

WIRTHGEN, B. (1999). «Bauernmärkte - zuviel des Guten oder Marktlücke?». *Agrarmarkt*, H. 10, pp. 10-13.

WIRTHGEN, B. (2000). «Situation, Trends und Perspektiven der Direktvermarktung». In BMELF (ed.) *Gemeinsame Direktvermarktung erfolgreich gestalten*. BMELF. Tagungsbericht, Bonn.

NOTAS

[1] En el caso español también ha contado con financiación del Plan Nacional de I+D+I (SEC2000-1777-CE).

Influencia del canal de comercialización empleado en el precio final del alimento ecológico

I. AGUIRRE**, G. PIÑERO*, J.E. GONZÁLEZ-ZAMORA**

* Ingeniero Técnico Agrícola. Sevilla
** E.U.I.T.A. Universidad de Sevilla

RESUMEN

El consumo de frutas y verduras ecológicas frescas en España es pequeño al compararlo con las cifras de otros países europeos, debido al escaso desarrollo del mercado interno. Dos de los principales frenos al desarrollo de este mercado interior son la escasa oferta de alimentos frescos ecológicos en los canales comerciales y el precio que alcanzan. Se han tomado datos de presencia y precio de 28 frutas y verduras durante las 52 semanas del año 1999 en seis establecimientos de la ciudad de Sevilla, de los que tres comercializan verduras ecológicas y otros tres verduras convencionales. Los resultados muestran una marcada estacionalidad en la oferta de frutas y verduras ecológicas a los consumidores de la ciudad. Los precios de los alimentos ecológicos variaron considerablemente en función del canal comercial por el que circulaban. Los sobreprecios que alcanzaron las frutas y verduras ecológicas respecto a las convencionales fueron mucho mayores en el hipermercado que en los otros canales observados.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos ecológicos en España está lejos de alcanzar las cifras de otros países europeos (GRAF y WILLER, 2000). Las estimaciones más optimistas (no existen datos oficiales sobre este tipo de consumo y por ello es necesario recurrir a las estimaciones) no sitúan por encima del 0.5% la proporción de ciudadanos españoles que consumen habitualmente estos alimentos. Por otro lado, la producción ecológica ha aumentado notablemente en los últimos años, ocupando en este momento alrededor del 2% de la superficie agraria útil de España. El ritmo de crecimiento de la producción supera al del consumo intemo, lo que implica que, a pesar de que se producen más alimentos ecológicos, su consumo en España aumenta de forma lenta.

Este sobrecrecimiento constante de la producción frente al consumo es compensado por la existencia de un mercado de exportación que absorbe un 85-90% del producto ecológico que se produce en España. Los principales países destino de nuestras producciones ecológicas son: Alemania, Francia, Reino Unido, Japón y EE.UU, por este orden (DHV, 2002).

En este momento se están redactando Planes Estratégicos para el desarrollo de la agricultura ecológica en todo el Estado y en ciertas Comunidades Autónomas y con ello se preve un crecimiento considerable del sector a corto plazo. En esta época de crecimiento, el diseño de estrategias contempla de forma prioritaria el desarrollo del mercado interno, es decir, el aumento del consumo de las producciones ecológicas españolas en nuestro país.

Para desarrollar el mercado interno es necesario intentar solventar algunos de los limitantes a su desarrollo que han sido señalados en trabajos de mercadotecnia realizados en los últimos años. Atendiendo exclusivamente a los factores limitantes propios de la comercialización, distribución y consumo, habría que destacar los siguientes: los consumidores tienen dificultades de acceso a los alimentos ecológicos por su presencia en un escaso número de establecimientos comerciales, los pocos establecimientos que ofertan alimentos ecológicos suelen presentar una escasa variedad de los mismos y su precio es muy superior habitualmente al de los alimentos convencionales (ALBARDIAZ, 1998; GRACIA y col., 1998; PARRA y CALATRAVA, 1999).

Los consumidores españoles quieren encontrar alimentos ecológicos en todos los canales comerciales (AGUIRRE, 2001) y por ello es necesario diseñar estrategias específicas para cada uno de ellos.

Que la presencia y variedad de fruta y verdura ecológica sea escasa en los pocos establecimientos comerciales que la ofertan es un aspecto que podría tener su origen en dos razones: la estacionalidad de la producción y/o la deficiencia de las estructuras comerciales encargadas del acopio de las producciones (lonjas, cuarteladas específicas en los mercas, centrales de compra y venta…). Ambas razones están frenando actualmente el desarrollo del mercado interno ecológico.

La estacionalidad de la oferta del alimento ecológico es inherente al método de producción. Si las técnicas y planteamientos de la agricultura ecológica se basan en la prevención, el respeto a los ciclos naturales de los cultivos es una herramienta muy útil. Existen varios mecanismos para solventar los inconvenientes de esta estacionalidad: acopiar producciones procedentes de diferentes regiones climáticas, fomentar la producción ecológica bajo plástico e importar alimentos ecológicos de países situados en latitudes diferentes. Estos mecanismos, tan frecuentes en la producción convencional, están poco desarrollados en el mercado ecológico.

En cualquier caso, es necesario señalar que la variedad de frutas y verduras ecológicas es muy inferior a la que presenta el mercado convencional, ya que el pequeño número relativo de hortofruticultores ecológicos no es suficiente para mantener una oferta de productos tan amplia como la convencional. La alimentación ecológica se basa, por tanto, en productos de temporada.

El alto precio que alcanzan los alimentos ecológicos de cara al consumidor hace que éste sea uno de los principales condicionantes para el desarrollo del mercado interno (CEPA, 1993; GRACIA y col., 1998, CALATRAVA, 2001; SIERRA y AGUA, 2001). Ello está provocando una tendencia a la selección del consumidor sobre la base de su poder adquisitivo. Si se quiere generalizar el consumo de estos alimentos y no dejarlo exclusivamente para un público estratificado exclusivamente sobre la base de criterios económicos, parece importante disminuir el precio de estos alimentos.

El objetivo de este trabajo se centró en estudiar el comportamiento de la variable «*precio*» en alimentos ecológicos y convencionales en diferentes comercios de la ciudad de Sevilla. Con ello, se intenta describir la situación que encontraría un sevillano que quisiera basar su dieta en alimentos ecológicos.

MATERIAL Y MÉTODOS

De todos los establecimientos comerciales existentes en la ciudad de Sevilla, se seleccionaron los de mayor representatividad en el sector de la alimentación. Partiendo de las cuotas de mercado asignadas a cada uno de ellos, se eligieron tres comercios para las observaciones de los alimentos convencionales (hipermercado, frutería y plaza de abasto) y otros tres comercios para las observaciones sobre alimentos ecológicos (el mismo hipermercado, una ecotienda y la cooperativa de consumidores de la ciudad). Estos tres comercios con alimentos ecológicos se seleccionaron por ser los que mayor oferta tenían de este tipo de alimentos dentro de los comercios de su categoría. Se ha priorizado este criterio frente a otros, porque al ser la presencia de productos ecológicos un factor claramente limitante, se seleccionaron los canales con mayor presencia de ellos.

La toma de datos se hizo de forma semanal durante las 52 semanas del año 1999, exceptuando las 4 semanas del mes de agosto. La toma de datos consistía en anotar la presencia/ausencia del alimento, la unidad de presentación, el precio unitario, tipo de presentación, calidad del producto y etiquetado que lo identificaba, en fichas individualizadas por fecha y establecimiento específico.

Se tomaron datos de 42 alimentos, de los que 28 correspondían a frutas y verduras. El resto eran alimentos no perecederos transformados. Los datos que se presentan en este trabajo corresponden exclusivamente a las frutas y verduras por ser los alimentos más demandados por los consumidores (ALBARDIAZ, 1998; AGUIRRE, 2001; SIERRA y AGUA, 2001).

Para el cálculo de los precios medios semanales se ha tomado el precio unitario (siempre en unidades comparables entre alimentos ecológicos y convencionales) en los 3 canales correspondientes a cada observación (3 canales para alimentos ecológicos y otros 3 para los convencionales) y se ha calculado la media aritmética entre los tres datos. Por tanto, se establece por separado el precio medio de los alimentos ecológicos y de los convencionales. Cuando un producto no estaba presente una semana en alguno de los establecimientos de su categoría, la media se calculaba con los precios de los otros dos canales comerciales. En algún caso no ha sido necesario calcular la media por la presencia del alimento en uno solo de los canales observados. Esto sólo ocurrió con los alimentos ecológicos porque la presencia de los alimentos estudiados en los canales convencionales fue constante prácticamente a lo largo del año. Con ello se pretendía estudiar el comportamiento de la variable «*precio*» independientemente del canal a través del cual circulaba el alimento.

Para el cálculo de los sobreprecios de los alimentos ecológicos respecto a los convencionales en los diferentes comercios, los datos que figuran en la Tabla 2 se han calculado mediante la expresión:

$$\text{Dato Tabla} = \frac{\text{Precio alimento ecológico} - \text{Precio alimento convencional}}{\text{Precio alimento convencional}} \times 100$$

Se consideraron producciones locales aquellas que procedían de fincas situadas a menos de 100 km. de distancia del punto de venta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Precios medios de los alimentos ecológicos

Entre las 28 frutas y verduras ecológicas estudiadas se puede establecer una clasificación en función de su precio medio comparativo con sus homólogos convencionales a lo largo del año (Tabla I).

Los precios medios de los alimentos se han calculado a partir de los precios de cada alimento en cada uno de los tres canales (tres para alimentos ecológicos y tres para los convencionales). Ello implica ocultar el efecto de la variable «canal comercial» en los precios medios. Si un establecimiento oferta alimentos ecológicos a precios muy elevados de forma constante (en todos los productos y durante todo el año), los precios medios entre los tres canales que ofertan alimentos ecológicos pueden resultar siempre mayores que los de los alimentos convencionales y, por tanto, llevar a conclusiones erróneas.

Tabla I. Clasificación de los alimentos ecológicos sobre la base de su precio medio comparativo con los alimentos convencionales

Comparativa de precios	Productos que pertenecen a esta categoría
Alimento ecológico más caro que el convencional durante todo el año	*hortalizas*: acelga, berenjena, calabacín, cebolla, lechuga, nabo, pepino, tomate, remolacha, zanahoria *frutas*: chirimoya, kaki, limón, mandarina, manzana, naranja, pera
Alimento ecológico más caro que el convencional una época del año y otra época más barato	*hortalizas*: ajo, apio, calabaza, cebolleta, pimiento, puerro, rábano *frutas*: plátano, uva
Alimento ecológico más barato que el convencional durante todo el año	*hortalizas*: judía verde *frutas*: melón

Los datos semanales de los precios de cada alimento se sometieron a una comparación de medias mediante el test «t» con varianzas desiguales. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas (con un nivel de significación del 95%) entre los precios de la mayoría de productos estudiados al compararlos en dos grupos (los ecológicos frente a los convencionales), debido fundamentalmente a la alta variabilidad que mostraron los precios de los alimentos ecológicos en los distintos comercios observados, reflejado en los altos valores de la varianza semanal que mostraron a lo largo del estudio.

En definitiva, se puede indicar que los precios de los alimentos ecológicos se ven muy influidos por el canal a través del cual se comercializan (Figuras 1, 2 y 3), lo que repercute en la percepción que de ellos tienen los consumidores.

Precios según canales comerciales

Entre los alimentos estudiados se han seleccionado tres de ellos para la presentación de resultados. La elección se ha hecho priorizando criterios como su presencia en los tres canales co-

rrespondientes y el tener una presencia prolongada en el tiempo. Los alimentos seleccionados han sido: zanahoria, calabacín y limón (Figuras 1, 2 y 3).

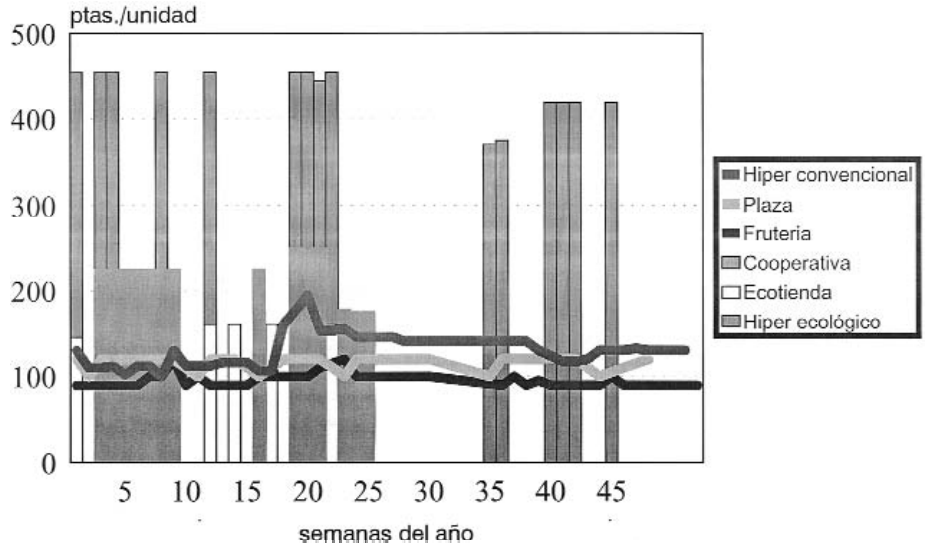


Figura 1. *Evolución de precios de la zanahoria ecológica y convencional en seis comercios de la ciudad de Sevilla*

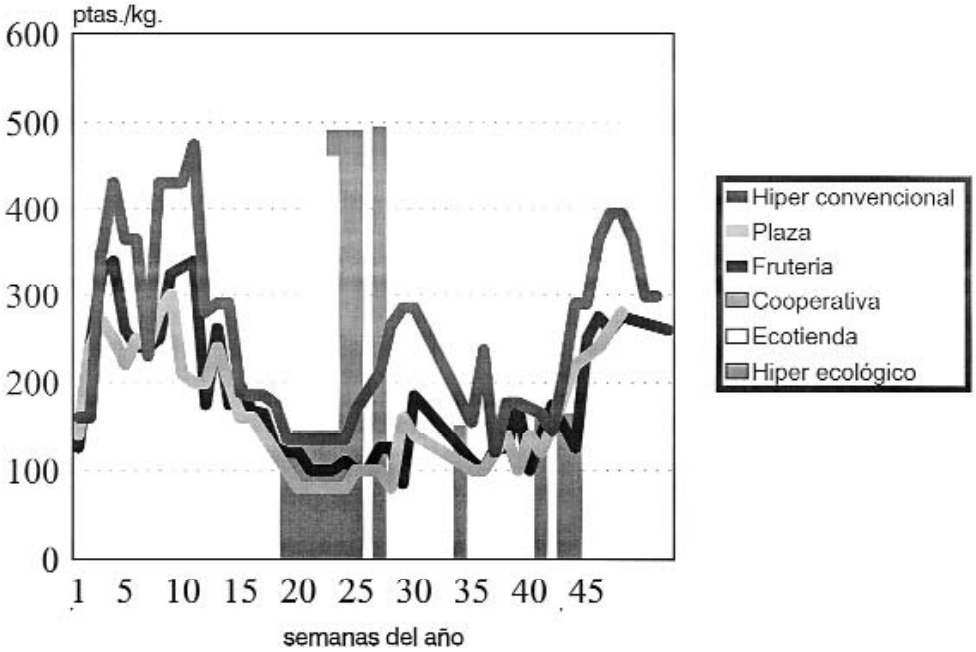


Figura 2. *Evolución de precios del calabacín ecológico y convencional en seis comercios de la ciudad de Sevilla*

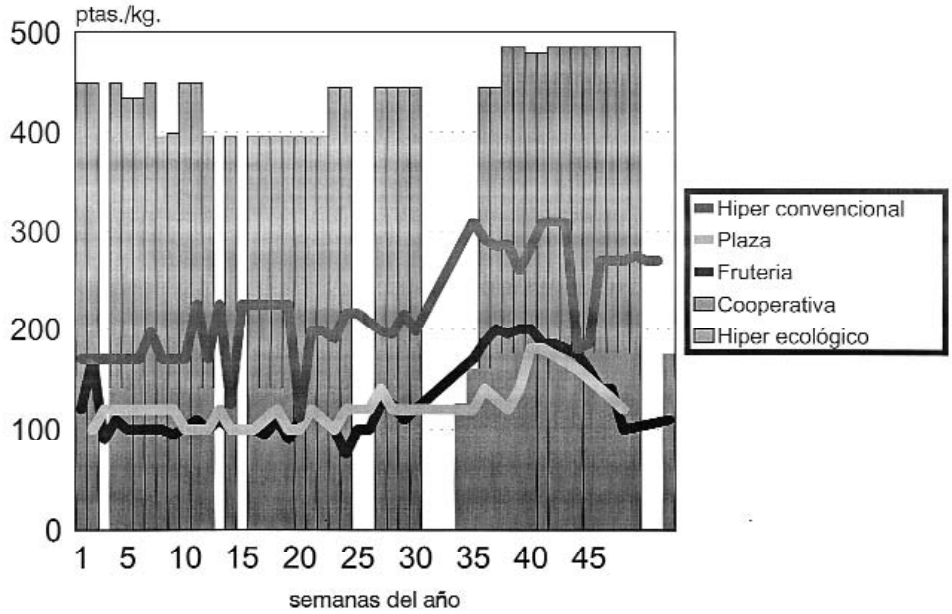


Figura 3. *Evolución de precios del limón ecológico y convencional en seis comercios de la ciudad de Sevilla*

La zanahoria ecológica presentó unos precios superiores a los de su homóloga convencional durante todo el año y en todos los comercios estudiados (Figura 1). Independientemente de la cercanía de la finca de producción ecológica que suministra la zanahoria a la ecotienda y a la cooperativa de consumidores, los precios del producto ecológico fueron superiores. Ello es debido a que los costes de producción de la zanahoria ecológica son más elevados que los de la zanahoria convencional (alrededor de 2.800-3.000 e/ha en convencional y 4.000-4.200 e/ha en ecológico) debido, fundamentalmente, al gasto que supone el control de malezas en el cultivo ecológico.

El calabacín ecológico presentó unos precios muy por encima del precio del calabacín convencional en dos de los tres canales comerciales en los que se encontró (el hipermercado y la ecotienda), mientras que en la cooperativa de consumidores el precio del calabacín ecológico fue comparable al precio del producto convencional en los tres canales por los que circulaba (Figura 2).

El precio del limón ecológico presentó diferentes comparativas con el precio del limón convencional según el canal comercial por el que circuló. El limón ecológico en el hipermercado tuvo un precio muy constante a lo largo del año y siempre muy por encima del precio del limón convencional (más del doble respecto al precio en fruterías y mercados de abasto). Sin embargo, el limón ecológico que llegó a la cooperativa de consumidores lo hizo con un precio que se mantuvo por debajo del limón convencional del hipermercado durante todo el año y con precios unas semanas ligeramente más caro y otras semanas ligeramente más barato que el limón convencional de las fruterías y plazas de abasto (Figura 3).

Además del comportamiento puntual del precio de los tres alimentos seleccionados, cabría hacer algunos comentarios que afectan a los tres productos simultáneamente y que se deducen

de las Figuras 1, 2 y 3. Muchas de estas características son comunes al resto de las 25 frutas y verduras de las que no se han presentado resultados.

El producto ecológico tiene una marcada estacionalidad en la oferta al consumidor. De las gráficas presentadas solamente el limón ecológico presente en el hipermercado es una excepción a esta afirmación. La estacionalidad es una característica que ha sido señalada en numerosas ocasiones como un claro freno al desarrollo del mercado interno (ALBARDIAZ, 1998; AGUIRRE, 2001). Los ciudadanos están acostumbrados a encontrar una amplísima gama de fruta y verdura convencional en los comercios y exigen una oferta similar al alimento ecológico. Es evidente que, aplicando técnicas ampliamente desarrolladas en la producción convencional bajo la reglamentación ecológica, se podría disminuir la estacionalidad. Se trata del eterno debate entre los límites y la necesidad de la intensificación de la producción.

Los precios de los alimentos ecológicos tuvieron un comportamiento más estable a lo largo del año que los convencionales. Una posible explicación a este comportamiento podría estar en la clara influencia sobre los precios de la ley de la oferta y la demanda en la producción convencional y un menor efecto de esta ley en la producción ecológica porque, en grandes cifras, la demanda actual de alimentos ecológicos supera la oferta. En el caso de la cooperativa de consumidores y la ecotienda, la estabilidad de los precios a lo largo del año forma parte de los principios comerciales de ambos establecimientos.

Al relacionar los precios de los alimentos con la estacionalidad de la oferta, se observa que en aquellas épocas en las que la producción ecológica está presente (producción acorde a los ciclos naturales de los cultivos), los alimentos convencionales alcanzan los mínimos precios, atendiendo nuevamente a la ley de la oferta y la demanda. Los precios que alcanzan los alimentos convencionales fuera de temporada son comparables a los precios de los ecológicos en temporada de producción. En las Figuras 1, 2 y 3 esta discusión se manifiesta claramente en el comportamiento del calabacín y menos en el caso de la zanahoria y el limón, por la producción continuada en el primer caso y la facilidad de conservación en el segundo caso. Muchos de los 25 vegetales estudiados siguen el caso descrito para el calabacín: col, tomate, pimiento y berenjena, entre otros.

Sobreprecios de los alimentos ecológicos

El elevado precio de los alimentos ecológicos ha sido señalado en numerosas ocasiones como el principal limitante al desarrollo del mercado ecológico. Los ciudadanos comparan los precios de los alimentos ecológicos y convencionales en el mismo o en diferente comercio y por ello afirman que los alimentos ecológicos les resultan especialmente caros. Esta diferencia entre los precios de los productos ecológicos y convencionales es la que se ha analizado en los seis comercios objeto de este estudio. Los sobreprecios de los alimentos ecológicos respecto a los convencionales quedan reflejados en la Tabla II.

Tabla II. Sobreprecios de los alimentos ecológicos respecto a los convencionales según canal comercial. Datos en porcentaje de sobreprecio

Producto	Coop. respecto G.S	Ecot respecto G.S.	G.S respecto G.S.	Coop respecto frut.	Ecot respecto frut.	G.S. respecto frut.	Coop. respecto plaza	Ecot. respecto plaza	G.S. respecto plaza
calabacín	7%	–	–	8-45%	–	–	75-81%	–	–
zanahoria	5-112%	15-121%	133-50%	48-150%	33-78%	305-406%	46-125%	21-60%	213-279%
limón	*	–	52-253%	25-60%	–	165-493%	17-46%	–	167-350%

sin datos por inexistencia del producto
* precios del producto ecológico por debajo del producto convencional con el que se esté comparando
Abreviaturas empleadas: G.S.= gran superficie o hipermercado; Ecot. = ecotienda; Coop. = cooperativa de consumidores; frut. = frutería; plaza = plaza o mercado de abastos.

Los sobreprecios que alcanzaron los alimentos ecológicos fueron muy superiores a los aceptados por los consumidores. Numerosos estudios previos han abordado el tema de los sobreprecios por ser el principal freno al desarrollo del mercado (GRACIA y col., 1998; ALBARDIAZ, 1998; AL-HAJJ, 2000; PIÑERO, 2001). Como conclusión de estos estudios (casi todos ellos basados en encuestas) se afirma generalmente que los consumidores españoles consideran admisible que los alimentos ecológicos tengan sobreprecios de hasta un 20-30% respecto a los convencionales. El estudio más completo en sobreprecios (bajo la perspectiva de la disposición a pagar de los consumidores) recoge datos del periodo 1994-98 en diversas ciudades españolas (CALATRAVA, 2001). Se afirma que el 76,7% de los españoles está dispuesto a pagar más por los alimentos ecológicos que por los convencionales. La disposición a pagar varía según el tipo de alimento: más en frutas y verduras que en el aceite de oliva u otros productos transformados. Como media, la disposición a pagar de los españoles está en el 6,1% (PARRA y CALATRAVA, 1999).

Sea cual sea la cifra que se tome como referencia (el 20-30% de la mayoría de los estudios o el 6,1% citado anteriormente), los datos de la Tabla II superan en la mayoría de los casos estos porcentajes.

El comercio que presentó los mayores sobreprecios fue el hipermercado, con cifras que variaron desde un 52% hasta un 350% en el caso del limón y dependiendo del canal convencional con el que se comparaba (Tabla II). En el conjunto de las 28 frutas y verduras estudiadas, estos sobreprecios variaron desde un 19% en el pimiento convencional del hipermercado hasta un 589% en el caso del nabo convencional de la frutería.

La ecotienda presentó sobreprecios comprendidos entre el 15% y el 121%, ambos en comparación con la zanahoria convencional del hipermercado (Tabla II). En el conjunto de las 28 frutas y verduras los sobreprecios estuvieron comprendidos entre el 4% para diversos productos y canales y el 186% para la comparativa con el nabo convencional del hipermercado.

La cooperativa de consumidores presentó sobreprecios comprendidos entre el 5% y el 150% en los datos presentados en la Tabla II y del 3% al 189% en el conjunto de las 28 frutas y verduras. En 7 productos los precios se mantuvieron por debajo de los de sus homólogos convencionales en los tres canales estudiados.

Ello pone de manifiesto el diferente comportamiento de la variable «precio» en los diferentes canales comerciales. Los precios más baratos de los alimentos ecológicos se alcanzan en la cooperativa de consumidores, ecotienda e hipermercado, por este orden. Al ser el factor precio un factor limitante para la expansión del mercado ecológico, es necesario diseñar estrategias diferenciadas para cada tipo de comercio.

Para atender las diferentes necesidades y demandas de los consumidores potenciales de alimentos ecológicos son necesarios todos los comercios existentes. Cada uno de ellos prioriza unos aspectos en su oferta: presentación, amplitud de la oferta, calidad del producto, horario comercial, precios, otros servicios… Los consumidores que basen sus criterios de compra de alimentos ecológicos básicamente en el precio verán satisfechas sus necesidades en mayor medida en las cooperativas de consumidores. Además este tipo de comercio añade a la oferta de alimentos algunos criterios de carácter social y medioambiental (relaciones directas con los productores, acercar el mundo urbano al rural, conocimiento de los productores ecológicos, fincas de puertas abiertas, relaciones comerciales bajo los principios del comercio justo, generación de empleo de carácter local…) que satisfacen las demandas de un sector de la población proclive al consumo de alimentos ecológicos (AGUIRRE, 2001; GUZMÁN, 2002).

Los Planes Estratégicos para el desarrollo de la agricultura ecológica actualmente en redacción deberían incluir actuaciones específicas para cada canal comercial.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, I. (2001). Comercialización y consumo de alimentos ecológicos. Boletín de Formación del Comité Andaluz de Agricultura Ecológica nº 2.4/01. Ed. CAAE. Sevilla.

ALBARDIAZ, M.A. (1998). Estudio de los frenos al desarrollo de la agricultura ecológica a través de las variables de consumo. Distribución y consumo, febrero/marzo 98, 112-119.

AL-HAJJ, M. (2000). Análisis del mercado de productos ecológicos en Madrid. Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.

CALATRAVA, J. (2001). Actitudes del consumidor español respecto a los alimentos ecológicos. En: Actas del II Conferencia de la Alpujarra, 88-102. Laroles (Almería).

CEPA (1993). Estudio exploratívo del consumo de productos ecológicos en la provincia de Sevilla. Sin publicar.

DHV (2002). Estudio del mercado de los productos de la agricultura ecológica. Comisión Reguladora de la Agricultura Ecológica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

GRACIA, A.; GIL, J.M.; SÁNCHEZ, M. (1998). Potencial de mercado de productos ecológicos en Aragón. Ed. Diputación General de Aragón.

GRAF, S.; WILLER, H. (2000). Organic Agriculture in Europe. Current status and future prospects of organic farming in 25 european countries. SOL-Sonderrausgabe, nº 75.

GUZMÁN, G. (2002). Estudio del proceso de transición agroecológica a nivel predial: el caso de la S.C.A. El Romeral. Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Córdoba.

PARRA, C.; CALATRAVA, J. (1999). Actitudes de los consumidores españoles respecto a los productos alimenticios procedentes de la producción ecológica. Ecoloja, 1999.

PIÑERO, G. (2001). Estudio de la oferta de productos ecológicos en Sevilla en 1999. Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.U.I.T.A. Cortijo de Cuarto. Sevilla.

SIERRA Y AGUA (2001). Opinión, percepción, motivación y expectativas de los consumidores de productos ecológicos. Dirección General de Industrias y Promoción Agroalimentaria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

Análisis de la situación del transformado de productos ecológicos

M. CHÁFER[1]

[1] Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, 14. 46022 Valencia. **e-mail: mtchafer@tal.upv.es.**

RESUMEN

La situación actual del mercado de los productos ecológicos está caracterizada por una oferta que supera ampliamente la demanda. Esta situación se agrava notablemente en el caso del mercado en fresco de productos hortofrutícolas con la entrada cada vez mayor de producciones procedentes de otros países no miembros de la CEE. Esto afecta de forma especial a España, que se ha especializado desde los inicios en la producción en fresco. Las posibles soluciones pasan necesariamente por la búsqueda de nuevos mercados, entre los cuales el nacional tiene un especial interés por razones lógicas de facilidad en la distribución y mejores condiciones de precios. También será necesario tener en cuenta una mayor diversidad en la gama de productos ofertados, y en este sentido habrá que considerar que más del 50% de los alimentos que configuran la cesta de la compra diaria son productos elaborados. No cabe duda que el consumidor ecológico lo es tanto de productos frescos como trasformados y que en España es todavía un sector en vías de desarrollo.

En este trabajo se plantea la necesidad de potenciar el transformado de productos ecológicos como una de las principales alternativas a la problemática del mercado en fresco español. Para ellos, se analiza la situación actual de la normativa relacionada con este sector, en especial de la comunitaria, como uno de los puntos clave a mejorar para aumentar el nivel de transformado de productos ecológicos en nuestro país.

SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO EN FRESCO ECOLÓGICO

Los antecedentes del consumo ecológico se sitúan incluso antes de la normativa de 1991 (Reglamento 2092/91), ya que existía una demanda real por parte de consumidores que forzó precisamente a la aparición de una normativa específica y globalizadora para todos los estados miembros, en un marco de reorientación de la política agraria común. La evolución de la oferta desde entonces hasta nuestros días ha sido vertiginosa, cifrándose la tasa de crecimiento anual de la producción europea ecológica entre un 20-40% según el país, la cifra más alta del sector agrario comunitario. Se han superado los 4 millones de hectáreas de producción agraria europea, que es-

tán entorno a las a 485.000 has en España (MAPA, 2001). Además existen cada día más importaciones de países terceros con producción certificada, destacando el caso de Argentina que ha llegado a multiplicar en un año hasta por 7000 el número de hectáreas inscritas en agricultura ecológica.

En cuanto a la producción española la oferta ha crecido espectacularmente en la última década, lo que nos sitúa entre los primeros países productores de Europa. Este crecimiento en la producción se ha centrado y especializado en el mercado en fresco, y no ha sido paralela al nivel de industrialización de la materia prima ecológica, con un total de 814 empresas elaboradoras frente a los 15.662 productores inscritos (MAPA, 2001). Así, se producen en muchas ocasiones situaciones de compra de materia prima agraria ecológica y la industrialización en países vecinos, retornando el producto elaborado al mercado nacional español con la consiguiente pérdida, entre otros, del valor añadido del producto y la merma de posibilidades del sector.

Por otra parte la demanda no ha crecido de forma paralela, por lo que la oferta supera ampliamente el consumo y son muchos los problemas que tiene en la actualidad el mercado de la producción ecológica, fundamentalmente en lo que se refiere al mercado en fresco. La bajada de precios ha sido notable en los últimos diez años y cada día se dan más situaciones de hundimiento de mercado y venta en mercados convencionales, o para la industrialización, como únicas alternativas para dar salida al mercado ecológico. Las soluciones a este problema pasan necesariamente por la apertura de nuevos mercados, entre los que se encuentra el mercado español, y la diversificación de la gama de productos ofertados, para lo que habría que potenciar transformado, que es el sector menos desarrollado en nuestro país.

En cuanto al mercado nacional son muchos los problemas que hacen compleja una solución a corto plazo, pese a que se ha incrementado el consumo en los últimos años. Destacar el trato diferencial, respecto a otros países miembros de la CEE, en relación con los términos bio, protegidos al igual que el término ecológico por la misma normativa (Reglamento CEE 2.092/91). Esto hace que en el mercado nacional se encuentren productos bajo la denominación bio que pueden incumplir la normativa europea de obligado cumplimiento, introduciendo una gran confusión en los consumidores que frena, en parte, la evolución del sector.

Por otra parte, la normativa básica existente de obligado cumplimiento afecta fundamentalmente a los sistemas de producción agraria (2092/91) y ganadera (1804/99) pero no trata con el mismo nivel de detalle y rigor a los sistemas de elaboración de las materias primas agrarias y ganaderas. Además, la investigación en el campo de la industrialización de las materias primas agrarias ecológicas apenas se ha desarrollado, lo que frena todavía más la implantación y evolución de estos sistemas de elaboración en continuidad y coherencia con que han sido producidos en campo. Esta investigación además de necesaria sería el primer paso para que una futura normativa específica en la elaboración de productos ecológicos sea una realidad posible.

En definitiva, en el ámbito de la elaboración existen todavía muchos aspectos por definir y planificar sobre que es lo que realmente va a dar la mejor continuidad a la producción agraria ecológica. A continuación se describen algunos de los aspectos ya normativizados sobre la elaboración ecológica y se reflexiona sobre algunos de los posibles puntos débiles a mejorar. Todo ello sin olvidar que existe un consumo real para el producto ecológico que ha creado grandes expectativas de mercado pero que es altamente exigente en lo que demanda y cada día más razonablemente desconfiado en lo que se le ofrece.

LA NORMATIVA PARA LOS PRODUCTOS TRANSFORMADOS

En la producción ecológica, el transformado es quizás la parte que todavía queda pendiente de legislar a los mismos niveles que la producción agraria o ganadera. Así en la transformación de productos, a parte de que la materia prima tenga que ser de origen ecológico, sólo existen una serie de limitaciones en cuanto a la lista de aditivos y auxiliares tecnológicos. Por ello en el etiquetado y publicidad únicamente se puede hacer referencia al sistema de producción agraria.

En definitiva una industria interesada en transformar producción ecológica tendrá que someterse obligatoriamente a control y cumplir con la normativa básica que en el caso de España se resume en:

- Reglamento CEE 2.092/91 del 24 de junio sobre producción ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, y sus correspondientes modificaciones. De estas modificaciones destacar el Reglamento 1.804/99 sobre la producción ganadera.
- Orden ministerial del 28 de diciembre de 1993. Normas de Desarrollo del Real Decreto 1.852/93 del 22 de octubre.

En el momento en el que se transfieren las competencias a las comunidades autónomas en materia de agricultura y medio ambiente, cada comunidad adopta las medidas necesarias para el control de este sistema de producción. Por ejemplo en la Comunidad Valenciana, la orden del 13 de junio de 1994 de la Conselleria de Agricultura Pesca y Alimentación se aprueba el Reglamento sobre Producción Ecológica y se crea el consejo regulador de este tipo de producción (CAE-CV).

De esta normativa básica de obligado cumplimiento en lo que respecta al transformado de la producción ecológica queda contemplada en el artículo 5 y el Anexo VI del Reglamento CEE 2092, y a nivel estatal en las normas técnicas del CRAE (Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica), que al transferirse las competencias adoptan, sin apenas variaciones, muchas de las comunidades autónomas.

Normativa comunitaria

El objetivo fundamental de la normativa comunitaria en lo que se refiere al transformado tiene claras intenciones de encontrar un equilibrio entre la demanda de los consumidores de productos lo más naturales posibles y la necesidad de que exista una gama de productos con la denominación ecológica lo suficientemente amplia para dar respuesta a las necesidades del consumidor (Le Guillou y Scharpé, 2001). La normativa existente protege únicamente la producción agraria y ganadera, indicándose una serie de limitaciones/restricciones en los:

- ingredientes de origen no agrario: aditivos, agua, sal, preparados a base de microorganismos y minerales. Parte A del Anexo VI.
- auxiliares tecnológicos. Parte B del Anexo VI.

En ambos se reduce notablemente la lista de productos autorizados respecto a los sistemas de elaboración de productos convencionales (no ecológicos), y además se incluye un listado de in-

gredientes de origen agrario no producidos ecológicamente (Parte C del Anexo VI.6) que pueden ser utilizados siempre sin superar los porcentajes establecidos para la publicidad y etiquetado de los productos ecológicos.

Las partes A y B se utilizan en la elaboración de productos alimenticios compuestos esencialmente de ingredientes de origen vegetal, a excepción de los vinos. Sin embargo queda por incluir específicamente la elaboración de productos alimenticios compuestos a partir de productos animales. Estas listas, al igual que ha sucedido con otras que aparecen en el Reglamento 2092/91, han sido y serán objeto de modificaciones, adaptaciones y alternativas de mejoras, resultado en algunas ocasiones de experiencias e investigaciones en el sector. A continuación se resumen para los ingredientes y auxiliares tecnológicos autorizados, algunos de sus características y aplicaciones más importantes (MADRID, 1992; MADRID y col., 1994).

Ingredientes de origen no agrario

Los ingredientes de origen no agrario autorizados se pueden agrupar como se indica en la Tabla I según la función que desempeñan en el proceso de elaboración. Se trata de listas positivas, es decir los aditivos que no figuran en ellas están prohibidos. En general las pautas seguidas para la autorización de los aditivos se basa fundamentalmente en la compatibilidad entre por una parte, la necesidad imperiosa de su uso para poder transformar y conservar un producto, y por otra en la ausencia de problemas de toxicidad, para lo que se selecciona de entre el conjunto de posibles aditivos aquellos que menos problemas puedan ocasionar. Destacar la notable reducción en el número de aditivos autorizados y en las funciones que van a desempeñar, que se centran fundamentalmente en las básicas para evitar riesgos de intoxicaciones alimentarias y en la salud del consumidor.

Además también está autorizado el uso de gases como el argón (E938), nitrógeno (E941) y oxígeno (E948) que son inertes y no entrañan riesgos para la salud humana.

De la Tabla I se deduce que el uso de colorantes artificiales está prohibido y el único que pertenece a este grupo (E170) sólo está autorizado para otros usos diferentes al colorante. El resto de aditivos autorizados tienen funciones básicas en el transformado como es el caso de los antioxidantes y sinérgicos de los antioxidantes que impiden o retrasan las reacciones de degradación de los componentes de los alimentos. Otro grupo importante es el de los estabilizantes en el que se incluyen tanto los emulgentes como los espesantes y gelificantes para uso alimenticio. Todos ellos juegan un papel decisivo para conseguir un determinado equilibrio del sistema alimento, lo que permite mantener dispersiones uniformes de dos o más fases no miscibles (emulgentes), aumentos de viscosidad (espesantes) o formación de geles (gelificantes). Sin su uso no sería posible la elaboración de productos como yogures, productos cárnicos picados, gelatinas, mermeladas, helados, productos de confitería o cremas de relleno de dulces. En cuanto a los acidulantes y correctores de acidez son esenciales en la transformación y conservación de una amplia gama de alimentos como las bebidas refrescantes, zumos, cervezas, galletas, pan, conservas vegetales…

Además de los aditivos, en este apartado se incluyen los aromatizantes, agua, sales, preparados a base de microorganismos y los minerales. El uso de aromatizantes en la industria de transformación de productos ecológicos está permitido sólo en el caso de sustancias aromatizantes naturales y preparaciones aromatizantes definidas y reguladas en la Directiva Comunitaria 88/388/CEE. El término natural se aplica a ingredientes obtenidos únicamente mediante procedimientos físicos, incluidos la destilación y extracción por disolventes, o procedimientos enzimáti-

cos o microbiológicos a partir de una materia de origen vegetal o animal en estado natural o transformado con vistas al consumo humano o por procedimientos tradicionales de preparación de productos alimenticios, incluidos el secado, la torrefacción y la fermentación. El resto de sustancias aromatizantes, usadas en la industria convencional, están prohibidos. El agua tendrá que ser potable y la sal tendrá como componentes mayoritarios el cloruro de sodio o de potasio.

Tabla I. Ingredientes de origen no agrario autorizados para el transformado de productos ecológicos (Reglamento CEE 2.092/91)

GRUPO	Tipo	Condiciones específicas	
Colorantes	E170	Carbonato de calcio	Autorizadas todas las funciones salvo como colorante
Antioxidantes	E300	Ácido ascórbico	
	E306	Extracto rico en tocoferoles	Antioxidante en grasas y aceites
	E322	lecitinas	
	E330	Ácido cítrico	
	E333	Citratos de calcio	
	E334	ácido tartárico	
	E335(*)	Tartrato de sodio	
	E336	tartrato de potasio	
Gasificantes	E341	Fosfato monocálcico	Gasificantes en harinas de autofermentación
Conservantes	E270	Ácido láctico	
	E290	Anhídrido carbónico	
Estabilizantes: emulgentes, espesantes y gelificantes	E400	Ácido algínico	
	E401	Alginato de sodio	
	E402	Alginato de potasio	
	E406	agar	
	E407	carragenatos	
	E410	Goma de algarrobo	
	E412	Goma guar	
	E413	Goma de tragacanto	
	E414	Goma arábiga	
	E415	Goma xanthan	
	E416	Goma karaya	
	E422(*)	glicerina	Extractos vegetales
	E440	pectina	
Acidulantes y correctores de acidez	E296	Ácido málico	
	E500	Carbonato de sodio	
	E501	Carbonato de potasio	
	E503	Carbonato de amonio	
	E504	Carbonato de magnesio	
	E516	Sulfato de calcio	soporte
	E524	Hidróxido sódico	Tratamiento superficial de laugenback

(*) aditivos autorizados después del primer reglamento de 1991, al que también se incorporó el dióxido de silito (E551) como agente antiaglutinante para hierbas y especias.

En los preparados a base de microorganismos, un aspecto importante del artículo 5, es la prohibición en el uso de organismos genéticamente modificados (OGM). La polémica situación en la que se ha visto inmerso el empleo de los OGM en la industria de alimentos, así como la falta de información en el etiquetado que garantice la ausencia de los mismos en los alimentos que consumimos diariamente, hace que únicamente la normativa de la producción ecológica garantice la no existencia de OGM. Esto, al margen de posibles o no efectos perjudiciales en el consumo de OGM, aspecto que aquí no se discute, es un hecho diferenciador y característico de este tipo de productos ante una demanda real por parte de algunos consumidores, que además no encuentran información sobre este aspecto en el etiquetado actual.

Auxiliares tecnológicos

El auxiliar tecnológico a diferencia del aditivo tiene una función determinada, su papel es pasajero, no permanente y no es frecuente encontrarlo en el producto acabado. En la elaboración de productos procedentes de la Agricultura Ecológica únicamente están permitidos los auxiliares indicados en la parte B del Reglamento CEE 2.092/91, todos ellos seleccionados de entre el amplio abanico utilizado en la industria convencional por no haberse encontrado efectos perjudiciales, problemas de alergias, toxicidad o residuos en el alimento. En este apartado también se cita el agua como agente de limpieza. A continuación se indican algunos de los principales auxiliares autorizados, características y aplicaciones fundamentales.

Los auxiliares tecnológicos utilizados con una función de estabilización como la gelatina, caseína, ictiocola o cola de pescado se obtienen a partir de las vejigas natatorias del esturión y la ovoalbúmina por desecación de la clara de huevo, de gallina principalmente. Estas proteínas se obtienen de forma natural por procedimientos físicos, no presentando riesgos reconocidos en su uso. Por otro lado la bentonita y caolín, y derivados como el gel de sílice, reconocidos como no alérgicos, son empleados en la clarificación de diferentes sustancias minerales.

Los demoldeadores autorizados, usados para evitar la adhesión entre el alimento su soporte, son entre otros el talco las ceras de abeja y carnauba y la harina de arroz. El etanol se utiliza como disolvente, a pesar de que pueden quedar en forma de residuo en el alimento, no se considera toxicológicamente peligroso.

Los agentes de depuración autorizados en la obtención de azúcares son: el ácido sulfúrico, hidróxido sódico y carbonato sódico. Los empleados como agentes coagulantes son cloruro de calcio, sulfato de calcio y cloruro de magnesio. Estos auxiliares se eliminan, junto con las impurezas que generan, en las aguas de lavado, con la consiguiente necesidad de depuración previa al vertido, aspecto que es común con la industrialización de productos no ecológicos.

Como agentes de refinado están el carbonato e hidróxido de calcio. Y como agentes en procesos de filtración por membranas las tierras de diatomeas, la perlita y el carbón activado. El nitrógeno y el dióxido de carbono se emplean en las atmósferas controladas para la conservación, y también en las mezclas de gases en el envasado en atmósferas modificadas. En el caso específico de las uvas, el carbonato potásico actúa como desecante.

Ingredientes de origen agrario no producidos ecológicamente

La normativa tiene en cuenta que para hacer referencia al método de producción ecológica el producto elaborado en el punto de venta deberá contener como mínimo un 95% de ingredientes agrícolas de origen ecológico. Esto significa que en el producto elaborado al menos un 5% de los ingredientes pueden proceder de sistemas agrarios convencionales, siempre y cuando no se encuentren en el mercado comunitario o no sea en cantidades suficientes. Los productos que contengan un porcentaje de ingredientes no ecológicos entre el 70 y el 95% sólo pueden hacer referencia a este método de producción en la lista de ingredientes pero no en la denominación de venta, indicándose el porcentaje en que se encuentren y sin que destaquen sobre el resto de ingredientes. Cuando menos del 70% de ingredientes son de origen agrario ecológico no se puede hacer mención al método de producción ecológica ni en el etiquetado ni en la publicidad del producto.

Esta lista de ingredientes de origen convencional ha variado notablemente desde su primero aparición en el año 1991 ya que existe cada día más materia prima producida ecológicamente disponible para el transformado. Para evitar fraudes, también está prohibida la utilización al mismo tiempo de un ingrediente producido ecológicamente y el mismo ingrediente producido de forma convencional. También esta previsto según normativa el etiquetado de aquellos productos que han pasado al período de conversión a la agricultura ecológica, utilizando la fórmula «producto en conversión hacia la agricultura ecológica».

Normativa española

En España las normas técnicas para la producción ecológica elaboradas por el CRAE, es un manual que interpreta y describe de forma muy básica la normativa comunitaria, y que ha sido adoptado por la mayoría de comunidades autónomas. En la elaboración y envasado estas normas hacen referencia a aspectos como:

- Generalidades sobre: limpieza y pulcritud en la manipulación de las materias primas, agua de lavado, materiales de envasado…
- Origen ecológico de las materias primas y en los porcentajes comentados en el apartado sobre la normativa comunitaria.
- Prohibición en el uso de productos químicos de síntesis, salvo tradición constante justificada como es el caso del sulfuroso en la vinificación.
- Autorización de los siguientes procedimientos para el procesado de productos ecológicos:
  Conservación por frío: refrigeración, congelación.
  Conservación por calor esterilización, pasterización….
  Desecación, deshidratación, liofilización, concentración.
  Salazón en seco y en salmuera.
  Ahumado.
  Confitado, escabechado.
  Disminución del pH: fermentación láctica (yogur, chucrut, longanizas) o acética (vinagre).
  Conservación de productos alimentarios naturales (aceite de olivo virgen y otros aceites vegetales no refinados, líquidos alcohólicos, azúcar integral de caña, etc.).
  Envasado al vacío, con nitrógeno o anhídrido carbónico.

Estos son básicamente la mayoría de los procesos de elaboración de cualquier producto convencional, la única salvedad es la prohibición de la irradiación de alimentos. Además se establecen una serie de prácticas permitidas, prohibidas y condiciones generales sobre envasado para los siguientes grupos de alimentos:

- Cereales, leguminosas, tubérculos y derivados
- Harinas y derivados (bolleria, pastelería, pastas alimenticias)
- Hortalizas, frutas y derivados (deshidratadas, desecadas, encurtidos, conservas, zumos)
- Edulcorantes naturales y derivados
- Condimentos y especias,
- Grasas comestibles
- Leche y derivados (nata, yogur, queso…)
- Huevos y derivados
- Carnes y derivados
- Preparados alimenticios bajo fórmula específica
- Alimentos para regímenes dietéticos y/o especiales
- Helados
- Alimentos estimulantes y derivados
- Bebidas refrescantes
- Bebidas alcohólicas

PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA NORMATIVA EXISTENTE

El principal problema es que la normativa comunitaria existente está orientada únicamente a la protección de la producción agraria y ganadera pero no a la del transformado, y esto dificulta enormemente el adecuado desarrollo del sector a la vez que introduce un elemento de confusión para el consumidor. El único hecho diferenciador es la restricción en la lista de aditivos y auxiliares tecnológicos que se supone que se habrá establecido en base a criterios rigurosos, de toxicidad, peligrosidad, funcionalidad, etc. Con estas restricciones no tiene porque quedar garantizado un transformado en condiciones que de una continuidad coherente al método de producción de la materia prima ecológica.

Al no existir una normativa específica la prohibición de los productos químicos de síntesis no se amplia de forma total al sector del transformado, y sólo afecta de forma parcial a través de la restricción en la lista de productos autorizados (partes A y B). Además los productos admitidos en estas partes sólo afectan a la elaboración de productos vegetales. En la elaboración de productos animales cada país puede, adaptando lo poco legislado en materia de transformado, confeccionar listas propias que pueden ser muy diferentes de un país a otro, sin que por ello se incumpla el reglamento europeo. En este sentido, es necesario intentar consensuar las medidas adoptadas para su aplicación por igual a todos los estados miembros, evitando agravios comparativos y confusión en el consumidor. También sería conveniente que una futura normativa específica tratara de llegar al máximo en cuanto al porcentaje de ingredientes de origen agrario ecológico, anulando la parte C del Anexo VI.

La gran variedad de industrias de alimentos existentes hace que no se haya podido profundizar sobre las medidas adoptadas en cada caso particular de elaboración. En general se observa

que en muchas ocasiones se apela al Consejo Regulador para la consulta y toma de decisiones en aquellos aspectos que quedan por definir en la normativa existente. En este sentido, existe a nivel ministerial una comisión, que actúa de forma permanente en materia de legislación sobre producción ecológica para su adaptación e implantación.

Por otra parte, en los últimos años el transformado de alimentos ha evolucionado de forma vertiginosa para adaptarse a las nuevas necesidades del consumo. Estas necesidades han sufrido grandes cambios, y en especial desde que existe el Reglamento (año 1991). Los nuevos hábitos de consumo incluyen productos (cuarta y quinta gama, enriquecidos…) que crean más incertidumbres sobre lo que se puede o no hacer desde el punto de vista del transformado, por lo que no están considerados en la normativa existente.

Es evidente que falta mejorar y actualizar la normativa existente, aunque el punto clave a mejorar sería definir una normativa específica para el transformado adaptando de una forma diferenciada el panorama actual de la tecnología de alimentos y las necesidades del consumidor ecológico. También es cierto que para llegar a este punto son necesarios resultados de investigaciones científicas que sirvan de apoyo para tomar decisiones y buscar alternativas a los procedimientos vigentes. Esta situación en el caso particular del transformado apenas existe, lo que actúa como freno para el buen desarrollo de este sector. Esto a la vez está ligado íntimamente con que tampoco exista una formación específica de técnicos cualificados que permitan aplicar los resultados de estas posibles investigaciones y en definitiva permitan crear un sector con fuerza que obligue a que se legisle también en el sector del transformado a nivel comunitario.

CONCLUSIONES

En conclusión, el principal punto clave a mejorar es la creación de una normativa comunitaria específica para el transformado que de la mejor continuidad a la producción ecológica, tanto agraria como ganadera, y en la que queden protegidos los procesos de transformación y/o conservación. En la selección de los mejores procesos y procedimientos será fundamental potenciar la investigación especializada en este campo, y así sentar las bases del procesado ecológico en aras a la mejor calidad del producto final y de acuerdo con las exigencias de los consumidores. Esto puede ayudar en parte a mejorar la ausencia de formación de técnicos cualificados, reforzando la información, y su buen uso, en lo que a ecológico o cualquier otra denominación protegida por el mismo reglamento se refiera.

BIBLIOGRAFÍA

LE GUILLOU, G.; SCHARPÉ, A. (2001). La agricultura ecológica. Guía sobre la normativa comunitaria. Comisión Europea. Dirección General de Agricultura. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

MADRID, A. (1992). Los aditivos en los alimentos. AMV Ediciones. Mundi Prensa.

MADRID, A.; CENZANO, I.; VICENTE, J.M. (1994). Nuevos Manual de Industrias Alimentarias. AMV Ediciones. Mundi Prensa.

MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2001). Estadísticas sobre Agricultura Ecológica en España.

Normas Técnicas del Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica (CRAE).

Reglamento CEE 2.092/91 del 24 de junio sobre Producción Ecológica y su indicación en los productos Agrarios y Alimenticios. Actualización de marzo del 2001.

La revisión de normativa básica en IFOAM: un ejemplo de integración del sector. Referencia a la última revisión de Victoria (Canadá) 2002

V. GONZÁLVEZ[1]

[1] Coordinador Técnico de SEAE y representante de los miembros españoles en IFOAM-UE

RESUMEN

La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica, que aglutina al sector ecológico a nivel mundial, realiza una revisión periódica normalmente cada dos años, de la Normativa Básica de la producción y elaboración ecológicas. Para ello ha establecido sus mecanismos y órganos internos (Comité de Normas), que combinan la participación y consulta de expertos y de los miembros, según procedimientos aprobados por su Asamblea General. Esta Normativa Básica establecida con el consenso de sus miembros, es una referencia internacional y ha servido como base para desarrollar el Reglamento Europeo y otras normativas nacionales.

En este trabajo, después de describir brevemente la organización y la importancia de esta normativa, se describen los procedimientos en vigor para la revisión de normas, presentándose las últimas modificaciones aprobadas en este año concernientes a la nueva estructura del documento de las mismas, el lenguaje escrito en voz activa, para establecer con mayor claridad quién es el responsable en cada acción y la reorganización de los capítulos con un nuevo orden más lógico. Para concluir se entra en el detalle de las modificaciones aprobadas.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos conocimientos, maquinaria y la industria química han hecho cambiar el carácter de la agricultura en las últimas décadas. A pesar de que se aumentó considerablemente la producción de alimentos, este proceso no ha estado libre de efectos colaterales.

Simultáneamente, los agricultores, conscientes de la ecología y el medio ambiente, han desarrollado métodos y procesos agrícolas que consideran ecológicamente correctos y sostenibles. Este sistema agrario está basado en la interacción dinámica de suelo, plantas, animales, seres humanos, el ecosistema y el medio ambiente. El sistema busca potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza. Está basado principalmente en los recursos disponibles localmente.

Estos agricultores, conocidos como **ecológicos u orgánicos**, han probado al mundo que su sistema se puede distinguir de otros sistemas de producción agropecuaria y que, sobre todo, es competitivo y capaz de proporcionar productos agrícolas de buena calidad minimizando los efectos colaterales negativos.

Cuando los productos provenientes de sistemas ecológicos son elaborados, se tiene la intención de mantener sus cualidades vitales. Esto se logra a través de una refinación limitada, tecnologías que conserven la energía y un uso mínimo de aditivos y coadyuvantes del procesamiento.

La Agricultura Ecológica (AE) puede contribuir a un futuro ecológicamente correcto para la humanidad. Aquí se describen los principios y los ideales de la agricultura ecológica y de la elaboración de productos provenientes de la agricultura ecológica.

LA FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE MOVIMIENTOS DE AGRICULTURA ECOLÓGICA (IFOAM)

La agricultura ecológica comprende a todos los sistemas agrícolas que promuevan la producción de alimentos y fibras en forma económica, social y ambientalmente responsable, considerando el manejo de la fertilidad del suelo como la clave para el éxito en la producción. A través del respeto a la capacidad natural de las plantas, los animales y el paisaje, se busca optimizar la calidad de la agricultura y el ambiente en todos los aspectos. La agricultura orgánica reduce el uso de insumos externos, sin utilizar fertilizantes sintéticos, plaguicidas y farmacéuticos. En lugar de esto, utiliza las poderosas fuerzas de la naturaleza para aumentar tanto la productividad agrícola y la resistencia a enfermedades. La agricultura orgánica apoya principios aceptados globalmente, que son implementados en condiciones culturales, socioeconómicas y geoclimáticas locales.

La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM) enfatiza y apoya el desarrollo y la aplicación de sistemas productivos autosostenibles a escala local y regional. La misión de IFOAM es:

- Representar al movimiento internacional de agricultura ecológica y constituir una plataforma para intercambio y cooperación globales.
- Mantener un compromiso con la visión holística del desarrollo de los sistemas de agricultura orgánica, incluyendo un ambiente sostenible y las necesidades de la humanidad.
- A través de la experiencia de sus miembros, IFOAM abre el camino para la aplicación diaria de las metas descritas.

La principal función de la Federación es la de coordinar la red del movimiento orgánico alrededor del mundo. IFOAM es una federación democrática orientada en las necesidades de la población rural y popular. Las principales actividades dentro de IFOAM son llevadas a cabo por la Directiva, los diferentes comités, grupos de trabajo y grupos de tareas específicas.

Las metas y actividades más importantes de IFOAM son:

- Intercambiar información y experiencias entre los miembros e informar al público sobre agricultura orgánica

- Representar en forma internacional al movimiento orgánico, en foros parlamentarios, administrativos y políticos (IFOAM es, por ejemplo, un ente de consulta para la ONU y la FAO).
- Desarrollar y periódicamente revisar las Normas Básicas de Agricultura Orgánica y Elaboración de Alimentos traducidas ya a 19 lenguas).
- Hacer realidad un sistema internacional que garantice la integridad orgánica. El Servicio Internacional de Acreditación Ecológica (IOAS por sus siglas en inglés) tiene a su cargo la aplicación del Programa de Acreditación de IFOAM, que asegura la equivalencia entre programas de certificación en el mundo entero.

¿QUÉ ES LA NORMATIVA BÁSICA DE IFOAM?

Las Normativas Básicas reflejan el estado actual de la producción ecológica y los métodos de procesamiento. Estas Normas no deben verse como una declaración final, sino más bien como un trabajo progresivo que contribuye al desarrollo de la agricultura ecológica alrededor del mundo.

Las Normativas Básicas de IFOAM no pueden ser usadas por sí solas para otorgar la certificación. Proporcionan un marco para que los programas de certificación alrededor del mundo desarrollen sus propias normas nacionales o regionales. Éstas deben tomar en consideración las condiciones locales y pueden ser más detalladas que la Normativa Básica de IFOAM.

Cuando se venden productos con una etiqueta de «orgánico», «ecológico» o «biológico», los productores y elaboradores deben trabajar con, y ser certificados por, un programa nacional o regional de acuerdo a estas normas. Esto requiere un programa de inspecciones y certificaciones regulares. Tales programas aseguran la credibilidad hacia los productos ecológicos y ayudan a inspirar confianza entre los consumidores.

La Normativa Básica de IFOAM también son la base sobre la cual opera el Programa de Acreditación de IFOAM. El Programa de Acreditación de IFOAM evalúa y acredita a los programas de certificación de acuerdo a las Normas Básicas de IFOAM y a los Criterios de Acreditación de IFOAM.

Con la excepción de las referencias específicas a normas nacionales de certificación, la palabra «Normativas» en este texto se refiere a la Normativa Básica de IFOAM.

El Comité de Normativa Básica (SC) está compuesto por expertos en la materia seleccionados por su conocimiento y experiencia de entre los miembros de la Federación, procedentes de distintos países.

FORMATO DE LA NORMATIVA BÁSICA DE IFOAM (NBI)

La Normativa Básica de IFOAM se presenta expresada en Principios Generales, Recomendaciones, Normas Básicas y Excepciones o Derogaciones.

Los **Principios Generales** expresan los objetivos perseguidos con la producción y elaboración ecológica. Se escriben de forma positiva con palabras tales como «es o está» o «son».

Las **Recomendaciones** son sugerencias prácticas a los operadores para aplicar en sistemas de agricultura ecológica, alimentación y fibra. IFOAM promueve las recomendaciones como prácticas deseables pero no exige a los operadores que las utilicen se escriben con la palabra deberían.

Las **Normas Básicas** son los requisitos mínimos que deben ser cumplidos por los programas de certificación. Todos las Normas aplicables a una explotación o empresa particular deben ser cumplidas antes que se le conceda la certificación como ecológica. Las Normas Básicas utilizan la palabra «debe».

Las **Excepciones** son las derogaciones hechas en secciones específicas a las Normas Básicas que se pueden Aplicar bajo condiciones claramente definidas. Se presentan en escritura *itálica. Los términos técnicos se explican en las definiciones*

Cuando el Comité de Normas (SC) desarrolla normas por la primera vez en un área nueva, estas normas se clasificarán como ***borradores*** hasta la siguiente Asamblea General. Esto asegura que los programas de certificación, en particular aquellos acreditados por el Servicio Internacional de Acreditación Ecológica (IOAS) de IFOAM, no sean penalizados si una norma demuestra ser imposible de poner en práctica.

EL PROCESO DE REVISIÓN DE LA NORMATIVA BÁSICA

La Normativa Básica es revisada y actualizada periódicamente de acuerdo a un calendario acordado o cronograma. El Comité de Normas de IFOAM sugiere modificaciones y adiciones, las que son comunicadas a todos los miembros a través de una serie de borradores, que recogen los principales comentarios y aportes de los miembros.

También existe la oportunidad de presentar mociones directamente a la propia Asamblea General conjuntamente por 10 Miembros o por un Grupo. Las mociones relativas a las Normativas de la versión final deben enviarse a la Oficina Central 3 meses antes de la Asamblea General.

En este período de revisión (2000-2002), el proceso se inició en diciembre del año 2000, con una carta circular de invitación a los miembros de IFOAM indicando las áreas prioritarias sobre las que pretendía trabajar el Comité siguiendo la recomendación de la Asamblea General última, formulando preguntas generadoras sobre estos aspectos. En esta ronda el énfasis se ha puesto en el desarrollo de estructuras y procesos para revisar y establecer la Normativa (urgente o por la vía normal) y menos en el cambio del contenido de las Normas Básicas. Buscar cierta consistencia de las definiciones y los anexos (tanto en el procedimiento como en el contenido) y los procedimientos para establecer las normativas son los tópicos principales de esta ronda. También se consultará la posibilidad de establecer una normativa sobre el uso del agua en agricultura ecológica.

Se han circulado 3 borradores, antes de la Asamblea General de IFOAM (Victoria, Canadá, 2002), basados en los comentarios recibidos por el Comité de Normas a los dos borradores enviados. En la fase de consulta de los dos borradores enviados, se recibieron 1.302 comentarios de 50 personas.

El Comité de Normas (SC) no ha podido integrar todos los comentarios recibidos por las siguientes razones:

- Algunas propuestas de cambios realizadas produjeron comentarios conflictivos (favorable y negativos, que son sopesadas por el (SC) y aconsejan en algunas secciones controversiales de la NBI no cambiarlas hasta que se alcance un consenso.
- La política de IFOAM obliga a abrir el debate público, al menos con dos organizaciones extras, cuando se trata de cambios importantes de las IBS. Ello conduce a que los nuevos comentarios al 2º borrador ya no sean adecuados para ser usados en el tercer borrador.

Todos los aportes y sugerencias que se han realizado en esta revisión y que no han sido tomadas en cuenta, son conservados para usarse en la próxima revisión de las IBS. Este es el caso de las propuestas de normas enviadas por SEAE al Comité de Normativa Básica, sobre el uso del agua en agricultura ecológica, fruto del debate surgido en las V Jornadas Técnicas de Palma de Mallorca, que al no haber podido ser consideradas en esta revisión, se mantiene para la próxima revisión.

El comité de Normas (SC) también discute sus recomendaciones en un taller previo a la Asamblea General con los que enviaron sus comentarios.

La **Asamblea General** de IFOAM es la que finalmente considera el documento borrador final y aprueba el texto que sirve de base para la próxima revisión.

En un plazo de dos años después de la revisión o adopción de las normas, los programas de certificación deben haber incorporado los cambios en sus propias normas.

El Comité de Normas continuará revisando y desarrollando estas normas. En esta edición de las Normas Básicas de IFOAM, los capítulos sobre Acuicultura, Elaboración de Textiles y Manejo Forestal son todavía borradores de normas.

En aquellos casos en que las Normativas Básicas de IFOAM una vez aprobadas están en contradicción con la legislación nacional o de otro tipo, los programas de certificación deben notificarlo al Comité de Normas (SC).

El borrador de las normas debe ser entregado por el Comité de Normas y enviado a la membresía 140 días antes de la Asamblea General.

Las mociones para modificar este borrador de nomas sólo pueden ser presentadas por 10 miembros de IFOAM en forma conjunta o por un grupo regional, y circuladas entre la membresía, antes que las otras mociones. Mociones para modificar este borrador no pueden ser aceptadas durante la Asamblea.

Las Enmiendas a las normas propuestas pueden ser modificadas únicamente por los mismos que propusieron la enmienda o por el Comité de Normas.

PRINCIPALES CAMBIOS DE LA NBI EN EL AÑO 2002

La actual revisión afecta a los *contenidos, estructura y consistencia* de la Normativa. Incluye cambios de Normativas Básicas y de borradores de Normativas y otros cambios importantes sobre la estructura del documento.

Los más importantes son: a) *nueva estructura del documento; b) lenguaje escrito ahora en voz activa, para establecer con mayor claridad quién es el responsable en cada acción; c) los capítulos se han reorganizado con un nuevo orden más lógico.*

La estructura sigue ahora la secuencia siguiente:

- Sección A: Principios generales.
- Sección B: Normas, comenzando por los principios generales y manejo de ecosistemas, producción vegetal y animal.
- Sección C: Anexos. Incluye insumos para la agricultura ecológica, aditivos alimentarios y auxiliares en la elaboración, más los criterios para añadir nuevos insumos y aditivos a la lista.
- Sección D: Normas en fase de borrador/anexos. Incluye semilleros vegetales y multiplicación, acuicultura, limpieza e higiene, elaboración de textiles y manejo forestal.

Algunas partes del texto han sido suprimidas, porque están referidas más a los criterios de acreditación, que a normas. Algunas partes del documento fueron reestructuradas y removidas en un capítulo sobre manejo de ecosistemas.

El Comité de Normas ha tratado de recoger todas las referencias sobre los OGM's en un solo capítulo (Manejo de ecosistemas). La intención es hacer una política hacia los OGM's más consistente y comprehensiva, y evitar los problemas de la contradictorio o desigual tratamiento, al ser mencionados ellos (los casos) en ciertas secciones y no en otras.

La sección sobre cría ha sido especialmente discutida y revisada.

El capítulo de Justicia Social ha sido reelaborado, en el sentido de ampliar y detallar las normas. No se han podido desarrollar los capítulos de *Acuicultura, textiles y forestería,* por falta de tiempo.

El capítulo de productos elaborados ha sido reestructurado y revisado para clarificar lo que se requiere en la elaboración ecológica.

Esta versión de las IBS incluye una propuesta de capítulo con el nombre de Reproducción vegetal y multiplicación con su anexo correspondiente. Las nuevas normas son propuestas solo como *borradores,* en este momento.

En el anexo 1, 2 y 4 algunos de los materiales han sido restringidos explícitamente y otros no. Las restricciones aplicables en las Normas son ahora identificadas en la introducción a los Anexos. Las restricciones adicionales en las listas de insumos (materiales) se señalan donde son necesarias y específicas llamando la atención sobre el uso de ese material. El Comité de Normas SC ha propuesto restricciones adicionales para algunos materiales.

El SC ha considerado muchos otros cambios en la sección de biodiversidad del Capítulo 2, y los apéndices, especialmente los criterios para la inclusión de materiales. Este trabajo no ha sido presentado en esta versión con el fin de realizar mayores consultas y asegurar que la biodiversidad contenida en los IBS es comúnmente aceptada, importante para el contexto mundial y capaz de ser inspeccionada. El Comité de Normas SC ha identificado particularmente esta área para la revisión de la próxima ronda.

La Normativa Básica de IFOAM es un trabajo en permanente progreso. Las IBS cubren la producción ecológica en todo el mundo. En ocasiones hay amplias diferencias (históricas, productivas, culturales, climáticas, ecológicas y otras), en la operatividad del medio ambiente sobre como sea perfilado la producción ecológica. La intención del proceso de establecimiento de normas del SC y de IFOAM es:

a) Definir Normativas Básicas que unan a la producción ecológica en todo el mundo y salvaguarde el consumidor ecológico.
b) Alentar a los productores, elaboradores y comerciantes esforzarse por un mejoramiento continuo y adopción las prácticas recomendadas.
c) Promover los principios fundamentales en los que se basan los sistemas agrarios ecológicos, el manejo de alimentos y la política alimentaria.
d) El proceso también lucha para facilitar y desarrollar la producción ecológica en todas las regiones diversas del mundo.

En el Anexo 1 se presenta la estructura final del documento de NB IFOAM.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proceso de revisión de normativa básica de IFOAM es un proceso interesante que genera la participación amplia de sus miembros.

Los distintos mecanismos establecidos permiten a todos los grupos expresar sus opiniones, comentarios y sugerencias.

La participación del sector AE de España es muy débil, ya que no se ve necesario desarrollar un sistema normativo propio del sector.

Adoptar esta metodología exige un concepto moderno en cuanto al reconocimiento de que el conocimiento científico puede ser complementado por la experiencia del sector.

Sin embargo, requiere de una cierta estructura organizativa del sector y algunos recursos, tales como la comunicación rápida, vía internet, que hoy es mucho más asequible.

Establecer un sistema nacional de consulta de esta índole exigirá un fortalecimiento organizativo del sector, que permita e invite a la participación de todos los actores del mismo.

Una normativa establecida de este modo tendrá mayor fuerza a la hora de negociar con las autoridades competentes.

BIBLIOGRAFÍA

SC. Borradores de Normativas de IFOAM (1, 2 y final), Año 2002
SC Carta invitación del Comité de Normativa Básica de IFOAM
IFOAM, 200 Estatutos www.ifoam.org

ANEXO 1
Estructura final del documento de NB de IFOAM

Sección A. General

Ámbito de las Normativas Básicas de IFOAM (IBS).
Relevancia de la IBS para la acreditación y como referencia internacional.
Estructura.
Revisión de los IBS.
Borradores de Normas.
Definiciones.

Sección B. Principios Generales, Recomendaciones y Normas

1. Los principales objetivos de la producción y elaboración ecológica.
2. Ecosistemas ecológicos.
3. Requerimientos generales para la producción vegetal y animal.
4. Producción vegetal.
5. Ganadería.
6. Elaboración y manipulación.
7. Etiquetado.
8. Justicia Social.

Sección C. Anexos

Introducción a los anexos.
Revisión de procedimiento para los anexos.
Anexo 1: Productos para usar en la fertilización y en el acondicionamiento del suelo.
Anexo 2: Productos para el control de plagas, enfermedades y hierbas. Manejo y regulación del crecimiento.
Anexo 3: Criterios para evaluar insumos adicionales de la AE.
Anexo 4: Lista de aditivos aprobados y auxiliares de la elaboración.
Anexo 5: Criterios para la evaluación de aditivos y auxiliares de elaboración de productos alimentarios ecológicos.

Sección D. Normas en borrador y sus anexos

9. Reproducción y multiplicación vegetal.
Anexo 6. Lista de métodos de reproducción vegetal y materiales.
10. Producción en Acuicultura.
11. Limpieza, desinfección y aspectos sanitarios.
12. Elaboración de textiles.
12. Manejo forestal.

Aportaciones al debate sobre la elaboración de la reglamentación europea de semilla ecológica

J.J. Soriano Niebla, J. Roselló Oltra. A. Toledo Chávarri

INTRODUCCIÓN

Creemos que no existe duda alguna sobre la necesidad de establecer una reglamentación específica para la producción, utilización y comercialización de semilla y material vegetal de reproducción en Agricultura Ecológica. Sólo el establecimiento de esta reglamentación puede garantizar a los agricultores y consumidores ecológicos la disponibilidad de material vegetal que cumpla unas garantías mínimas en cuanto a requerimientos agronómicos y a la calidad de alimentos producidos. No obstante, el establecimiento de una normativa sobre semillas y material de reproducción vegetal debe ser objeto de una valoración y discusión especialmente cuidadosa por parte del sector. Debemos de tener en cuenta que no se trata de un tema marginal o accesorio, sino que estamos abordando la reglamentación referente a la producción, uso e intercambio de los recursos fitogenéticos, que como todos sabemos son elementos esenciales para el manejo de la biodiversidad en los sistemas agroecológicos.

En este sentido un grupo de personas vinculados a la Red de Semillas «Intercambiando y Resembrando» estamos preocupados porque el asunto está siendo discutido exclusivamente en el seno de grupos de técnicos vinculados a organismos oficiales o privados de semillas.

La normativa sobre semillas condicionará de manera muy importante el manejo de la biodiversidad en nuestros sistemas. Debemos de tener en cuenta que la biodiversidad tiene connotaciones sociales, económicas y ambientales que trascienden ampliamente las cuestiones puramente técnicas relativas a los métodos de obtención y multiplicación de las variedades.

Por lo tanto consideramos ineludible abrir un amplio debate (social, económico y técnico) previo a la adopción de cualquier propuesta a presentar por IFOAM o por cualquier otro representante cualificado del sector ante la Comisión Europea y animamos especialmente a aquellas entidades que participan en este Movimiento (IFOAM) desde el Estado Español a promover el debate y recoger las propuestas más cercanas a nuestras ideas de lo que debe ser la Agricultura Ecológica.

Un aspecto a tener en cuenta es que la cuestión normativa de la utilización de los recursos fitogenéticos está siendo discutida a nivel internacional, tanto lo que afecta a la utilización del material como lo relacionado con los derechos de propiedad sobre el conocimiento necesario para su obtención y multiplicación. Esta discusión toma dos caminos divergentes e incluso contradictorios. Por un lado tenemos un marco normativo cada vez más severo, y a menudo criticado como abusivo, en cuanto a sistemas de protección y mercantilización de la biodiversidad (discusión de leyes de patentes sobre seres vivos, negociación de los derechos de propiedad intelectual en el seno de la Organización Mundial del Comercio). Por otro lado cada vez existe mayor

consenso internacional sobre la necesidad de compartir los recursos fitogenéticos como condición indispensable para lograr plenamente el derecho humano a la alimentación (Convenio sobre Diversidad Biológica, Declaración de Leipzig, Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura). Precisamente la clave de la puesta en práctica de lo que debe ser el equilibrio real entre estas dos líneas la tiene la agricultura y dentro de la agricultura muy especialmente la agricultura ecológica como sector pionero que conserva todavía un importante poder de autorreglamentación y toma de decisiones frente a agentes externos como las multinacionales de la agroquímica y de la distribución de alimentos.

Volviendo al entorno de producción ecológica debemos de tener en cuenta también que a estas alturas se ha alcanzado ya un cierto nivel de debate (FERNÁNDEZ, 2000; TOLEDO, 2000; LAMMERTS VAN BUEREN y col., 1999; WYSS y col., 2001) aunque desgraciadamente reducido al aspecto puramente técnico de la mejora y la multiplicación del material. Este desarrollo del debate en una sóla dimensión puede llevarnos a actuar precipitadamente y hacernos tomar decisiones desafortunadas. Todos conocemos que sobre la base de reglamentaciones técnicas supuestamente neutrales se derivan después importantes implicaciones sociales, económicas y ambientales (SORIANO y col., 2000) y que el tema de semillas y variedades no es especialmente fácil de entender. También debemos de tener en cuenta que la reglamentación no es un fin en sí, sino un medio que nos debe permitir avanzar en los objetivos que perseguimos. Por lo tanto, como cuestión metodológica para la discusión, proponemos comenzar por delimitar estos objetivos que perseguimos y a partir de aquí intentar avanzar en las características que una reglamentación sobre semillas debe de tener para facilitar su consecución.

¿QUÉ TIPO DE AGRICULTURA QUEREMOS?

Partimos de la base de que esta pregunta no puede tener una respuesta cerrada ni definitiva, sino que debe ir evolucionando en la misma medida en que lo hace el sector ecológico. No obstante sí podemos aventurar una respuesta adecuada para el momento y la situación actual, sobre la que pueda haber un aceptable nivel de consenso. Nuestra propuesta se basa en la definición que propone la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) que dice textualmente sobre los objetivos de la Agricultura Ecológica: «la obtención de alimentos y materias primas de máxima calidad, respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra, mediante la utilización óptima de los recursos locales, potenciando las culturas rurales, los valores éticos del desarrollo social y la calidad de vida».

Por lo tanto, si este es el tipo de agricultura que queremos, lo mínimo que habría que pedirle a cualquier normativa incluida la de semillas[1] es nos facilite el camino para alcanzar estos fines. Por lo tanto debería contemplar que las semillas autorizadas:

- garanticen la obtención de alimentos y materias primas de máxima calidad.
- aseguren, tanto durante su producción como en su cultivo, el respeto al medio ambiente y la conservación de la fertilidad.
- se manejarán, tanto durante su producción como en su cultivo, en el ámbito de sistemas que promuevan la utilización óptima de recursos locales.
- sean un instrumento de potenciación de la cultura local, de los valores éticos del desarrollo social y de la calidad de vida.

LAS SEMILLAS COMO GARANTÍA DE OBTENCIÓN DE ALIMENTOS Y MATERIAS PRIMAS DE CALIDAD

Uno de los factores que más preocupan a los ciudadanos y ciudadanas y a los gobiernos en la actualidad es la «seguridad alimentaria», es decir, el suministro a la población de alimentos saludables y en cantidad suficiente. ¿Cómo pueden contribuir las semillas ecológicas para garantizar estos requisitos?

En primer lugar asegurando la producción, es decir disminuyendo de forma razonable los riesgos de pérdidas masivas de cosechas. Existen ya suficientes evidencias científicas de que la diversidad es un factor primordial para la estabilidad de los ecosistemas (LOREAU y BEHERA, 1999) y que las prácticas que conducen a la homogeneidad genética del sistema productivo pone en riesgo esta seguridad alimentaria (SHAND, 1997; ALTIERI, 1997). Por lo tanto conviene tener en cuenta cuáles son las prácticas de cultivo que se consideran adecuadas para garantizar la seguridad alimentaria a través del correcto manejo de la diversidad:

1. Utilización de sistemas de cultivos múltiples. Por lo que la reglamentación de semillas debería de garantizar que para un agroecosistema determinado existe disponibilidad de semillas ecológicas de todas las especies. Si no tenemos todas las especies necesarias para las asociaciones y rotaciones corremos el riesgo de simplificar peligrosamente los sistemas de cultivo.
2. Utilización de mezclas varietales. La tendencia al cultivo monovarietal es una exigencia de la producción convencional que es extremadamente peligrosa para la producción ecológica, dada el aumento del riesgo de pérdida de cosechas por el ataque de plagas o enfermedades. Existen estudios interesantes sobre producción ecológica con mezclas varietales (SARANDON y SARANDON, 1995; SMITHSON y LENNE, 1996). Sin embargo, la comercialización de mezclas varietales no están autorizadas por la legislación vigente por lo tanto una práctica potencialmente tan ventajosa para los productores ecológicos debe de ser obligatoriamente contemplada en una regulación sobre semillas.
3. Utilización de variedades lo menos homogéneas posibles. Las comunidades vegetales silvestres y la mayoría de las variedades locales poseen una estructura genética diferente a la de las variedades comerciales actuales. Mientras que las variedades comerciales, por las tecnologías utilizadas en la mejora convencional, tienden a tener una estructura simplificada formada por individuos idénticos o casi idénticos las variedades locales (de especies que se reproducen sexualmente) son poblaciones en las que es difícil encontrar dos individuos idénticos. Esta heterogeneidad le confiere una mayor estabilidad natural. En el caso del cultivo convencional la estabilidad genética es sustituida por la estabilidad garantizada por insumos químicos (ALTIERI, 1992), pero en producción ecológica ésta es una práctica inaceptable por lo que se debe de garantizar por la normativa de semillas que las variedades no poseen mas allá de un determinado grado de homogeneidad. Un sistema de semillas ecológico debe especificar en qué proporción pueden formar parte de los sistemas de cultivos, por mencionar un ejemplo significativo, las variedades híbridas.

Además de la producción de alimentos suficientes, los sistemas ecológicos deben de velar por su calidad, en este sentido se han prohibido con carácter genérico los productos químicos de síntesis y los organismos genéticamente modificados. ¿Qué ocurre entonces con las tecnologías de producción de variedades *in vitro* que son inviables sin la utilización de hormonas y otros me-

canismos químicos de reproducción forzada? Por poner algún ejemplo, técnicas tales como la fusión de protoplastos o la embriogénesis somática. Si admitimos en agricultura ecológica semillas de variedades que han sido obtenidas mediante estos procedimiento estamos financiando directamente con el dinero de los agricultores y consumidores ecológicos una tecnología de multiplicación química con la que estamos explícitamente en desacuerdo.

Circunscribir la normativa sobre semillas únicamente a la obligación establecida actualmente de que los parentales estén durante un año o dos[2] en cultivo ecológico es dejar la puerta abierta a las prácticas antiecológicas que hoy por hoy practican la gran mayoría de las empresas de semillas. Un control serio y fiable sobre el método de obtención de las variedades de las que se van a comercializar las semillas sólo es posible si se establece una declaración obligatoria sobre la progenie y los métodos de multiplicación seguidos y se pone en marcha un sistema de control específico sobre el desarrollo de variedades ecológicas en las empresas mejoradoras. Para ello debería existir también un registro de empresas de mejora que, entre otras cosas deberían de tener instalaciones separadas para la mejora autorizada por la normativa ecológica y para la química, en su caso.

LAS SEMILLAS COMO GARANTÍA DE RESPETO AL MEDIO AMBIENTE

El debido respeto al medio ambiente que se debería esperar en la producción distribución y comercialización de las semillas ecológicas debe estar basado en poner todos los medios disponibles para evitar el principal efecto ambiental adverso que tiene la producción de semilla convencional: la erosión genética.

Sin entrar en un análisis exhaustivo y partiendo de los que dice el Ministerio de Medio Ambiente en el texto de la Estrategia española para la conservación y el uso de la diversidad biológica que reproducimos literalmente (aunque el subrayado es nuestro):

«La Ley 11/1971 de semillas y plantas de vivero, y su reglamento de desarrollo (3767/1972) que regula las semillas y plantas de vivero, establece la existencia de variedades de dominio público (aquellas que no tienen derechos de obtención vegetal) por la cual existe un Catálogo de Variedades Comunes en el que se incluirían también variedades no comerciales y no protegidas mediante derechos de obtentor. Sin embargo, **a este catálogo no se le ha prestado la debida atención, habiéndose abandonado una de sus funciones fundamentales, proteger el patrimonio genético y la biodiversidad agrícola**. Resulta importante, desde las consideraciones y principios de esta Estrategia, recuperar el papel de las variedades de dominio público. Sin la actualización y reactivación de dicho catálogo difícilmente se puede hablar de protección desde un punto de vista de conservación y recuperación de patrimonio.

La pérdida de agrodiversidad tiene como una de sus causas fundamentales el que en la agricultura convencional se ha perdido, con carácter general, el papel del agricultor en la selección y mejora genética de variedades y razas autóctonas. **Progresivamente se han ido sustituyendo las variedades adaptadas al territorio por variedades con mayor interés comercial, y la selección y mejora ha pasado a ser función casi exclusiva de empresas comercializadoras de semillas. El interés de las empresas de semillas no es fomentar la agrobiodiversidad, sino que se centra en unas pocas variedades**. En este contexto, la falta de promoción de la conservación, selección y mejora genética tradicional, no sólo desde la investigación de institutos pú-

blicos sino también desde la función tradicional de agricultores y ganaderos, se convierte en un obstáculo para el mantenimiento de la agrobiodiversidad.[3]»

Por lo tanto la erosión genética derivada de la actividad de producción de semillas se basa en los siguientes hechos: la sustitución de las variedades locales por las variedades mejoradas de las empresas y la falta de interés por parte de la administración en la protección del patrimonio genético y la biodiversidad agrícola. ¿Cómo podemos evitar esta situación? No pueden existir medidas simples para un problema tan complejo, pero la solución debe ir encaminada a crear un marco de competencia más justo en el que se de una oportunidad a los agricultores y consumidores ecológicos para elegir las variedades más apropiadas para los sistemas de cultivo y para lograr una alimentación de calidad.

Ante la gravedad del problema, para eliminar la competencia desleal entre las variedades mejoradas y las locales y para corregir los efectos negativos que tienen sobre la biodiversidad, se deben de tomar medidas urgentes. Por un lado la liberación de los agricultores del requisito de compra de semilla certificada para el cobro de ayudas, lo que atenta gravemente contra el ejercicio de su libertad profesional en la elección de las variedades a instalar en su finca. Por otro lado es necesario establecer mecanismos económicos ya sea mediante tasas directas a su comercialización, ya sea mediante impuestos sobre beneficios de las empresas mejoradoras y multiplicadoras y que el dinero recaudado por la administración se emplee directamente en el desarrollo de sistemas públicos de investigación sobre variedades localmente adaptadas, registro gratuito de variedades locales y sistemas campesinos de intercambio de semillas que promuevan el suministro de semillas de calidad a precios asequibles. Todo esto sin excluir la propia responsabilidad de la administración en la dotación de los fondos públicos necesarios. Una llamada de atención, que curiosamente no procede del sector ecológico, ha sido la reciente nota de prensa difundida por ADEA-ASAJA en Murcia el pasado 16 de enero en la que se solicita la creación de un Instituto Regional de Investigación y Producción de Semillas frente a «los problemas planteados por el uso de semillas ofertadas por las grandes multinacionales».

Para concretar, un nuevo sistema de semilla ecológica puede contribuir a paliar esta situación estableciendo tasas diferentes de registro en el catálogo. Estas tasas estarán en función de si las semillas son de libre disposición o si por el contrario es necesario el pago de derechos por parte de los agricultores para su multiplicación. También se puede establecer una diferenciación en los sistemas y precios del etiquetado para las semillas ecológicas de polinización abierta y para las semillas ecológicas híbridas.

LAS SEMILLAS COMO INSTRUMENTO PARA PROMOVER LA UTILIZACIÓN ÓPTIMA DE LOS RECURSOS LOCALES

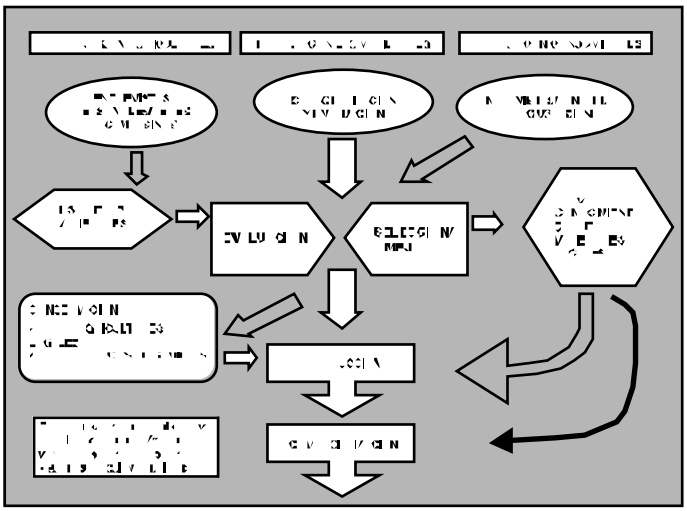
Una perversión fácilmente previsible que puede acarrear un sistema comunitario de semilla ecológica es la invasión de variedades (incluso de variedades locales) de un país a otro. La magnitud de los actuales desequilibrios internacionales en el desarrollo de las industrias de semillas es tan grande que puede tener efectos dramáticos en ausencia de mecanismos de control. Nos serviremos de un ejemplo de ficción pero suficientemente ilustrativo: pongamos por caso que se implanta un sistema de semillas y material vegetal de reproducción que obligue a los agricultores a la utilización de material ecológico y que las únicas empresas preparadas para suministrar

plantones de olivo ecológico viable son italianas ¿cuál sería el efecto de la importación masiva de plantones de variedades italianas sobre la calidad de nuestro aceite de oliva a medio plazo? Esto no es ciencia-ficción y, al menos en lo que se refiere a las variedades hortícolas, la invasión del mercado comunitario por las empresas holandesas y alemanas está asegurada.

Lo anteriormente expuesto no parte de un análisis nacionalista de la biodiversidad sino de la evidencia de que las condiciones edáficas, climáticas y biológicas (sin entrar a hablar de la cultura gastronómica) de los países y las regiones suelen ser muy diferentes. La utilización de material de cultivo desarrollado en condiciones alejadas a las de su utilización sólo puede agravar la problemática de un sistema de producción ya de por sí complicado como el ecológico.

Para cumplir con el principio de utilización óptima de los recursos locales se deben contemplar exigencias en el desarrollo de las variedades, de tal forma que se garantice que la comercialización de semillas ecológicas se realiza con material en cuya mejora han participado los agricultores y los consumidores a los que va dirigido. En este sentido es necesario, al igual que a los agricultores se les exige el establecimiento de rotaciones, exigir a las empresas mejoradoras el desarrollo de protocolos participativos de trabajo con los agricultores y los consumidores ecológicos. Esta visión radicalmente nueva ha sido planteada en la última reunión técnica convocada por IFOAM y celebrada en Driebergen (Holanda) en octubre de 2001. Se pretendía con ello abrir el debate, circunscrito hasta ahora al tema de procedimientos químicos autorizados para la mejora. A estas alturas resulta bastante desalentador tener que repetir que el concepto de calidad tiene también connotaciones culturales que deben ser especificadas por los usuarios finales y que por supuesto van más allá del listado de productos o procedimientos autorizados en la obtención de las variedades y las semillas. En caso contrario corremos el riesgo de tener que conformarnos con los productos que la industria quiera forzar mediante su control de la distribución y la comercialización, tal y como pasa en el mercado de productos convencionales.

No existe ningún motivo para que los consumidores y productores no puedan estar presentes y activos en las decisiones sobre el desarrollo de las variedades y existen experiencias que así lo confirman (ROSELLÓ y col., 2000; GUZMÁN y col., 2000). El esquema de trabajo que proponemos para incluir en la normativa de semillas ecológicas es el siguiente:



LOS VALORES ÉTICOS Y LAS SEMILLAS

Por último abordaremos el tema menos desarrollado hasta el momento por las normas de producción ecológica: los valores éticos. De entrada pensamos que una normativa novedosa como la de semillas no puede sustraerse a una demanda cada vez más intensa por parte de los consumidores (y algunos productores) preocupados por la incertidumbre sobre las condiciones laborales en las que se mantiene a los trabajadores de las explotaciones y las industrias agrarias. Esta preocupación es lógica dado que las justificaciones que se oyen en todos los casos de denuncia social es la necesidad de conseguir menores precios de venta en el mercado precisamente para satisfacer ¿las exigencias? de los consumidores.

En el caso de la semilla queremos centrar la discusión en problemas que afectan específicamente al sector, sin dejar por ello de sospechar que también se dan abusos en las condiciones de trabajo (sería interesante conocer algún estudio sobre el origen y condiciones laborales de la mano de obra intensiva utilizada en muchos países, incluidos el nuestro, para la obtención de híbridos, por ejemplo).

Los problemas éticos a los que nos referimos son la utilización indebida de las variedades desarrolladas por los agricultores y los abusos sobre los derechos de propiedad intelectual. Dado que este también es un tema complejo y largamente debatido (MONTENCINOS, 2000) resumiremos la situación actual y propondremos las soluciones que creemos más urgentes para su inclusión en la normativa de semilla ecológica.

En la actualidad existe una ofensiva por parte de los países industrializados (encabezados por los EE.UU.) y las multinacionales de las semillas (encabezadas por Monsanto) para que se cambie el actual marco normativo de protección de variedades mejoradas por un sistema similar al existente para las patentes industriales, que se haría extensivo, por tanto, a las patentes de seres vivos o algunas de sus partes, incluidos los humanos. Este sistema de patentes conocido con el nombre de Derechos sobre la Propiedad Intelectual (DPI) obligaría a cualquier empresa o agricultor que utilice algún material (vegetal o animal) en su finca a satisfacer algún tipo de royaltie al propietario de la patente. En el caso de que la planta o animal contenga trozos de tejido patentados por diferentes titulares se pagarían los derechos a cada uno de ellos. Frente al sistema de patentes, los sistemas vigentes de protección de obtenciones vegetales sólo protege el derecho sobre las plantas completas, dejando libertad para que se puedan utilizar como base para el desarrollo de otras variedades diferentes. La admisión en agricultura ecológica de semillas que contengan material patentado plantea problemas éticos similares a la de los organismos modificados genéticamente, propiciando la repetición de casos como el del agricultor Percy Schmeiser (ver informe de RAFI en la caja adjunta). Por lo tanto sería importante la inclusión de un artículo en la normativa de semillas restringiendo severamente el uso de variedades total o parcialmente sujetas a algún régimen de patentes.

El segundo problema ético específico de la producción de la semilla lo constituyen las prácticas de biopiratería. La biopiratería consiste, en resumen, en la apropiación indebida de material genético: ya sea llevándose el material de un país o de una finca sin permiso o, lo que es peor, solicitar derechos de obtención o patente sobre una variedad local o alguno de sus tejidos.

Para evitar la biopiratería se debería exigir, como requisito previo para la inclusión en el registro de variedades autorizadas para la agricultura ecológica, una declaración al solicitante en la que especifique que el material utilizado en la obtención de la variedad a registrar cumple con lo dispuesto en el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura[4], especialmente en lo que se refiere al artículo 13 sobre distribución de beneficios en el sistema multilateral.

MONSANTO contra PERCY SCHMEISER

Irresponsabilidad corporativa, sexo inseguro y bioesclavitud.

El 29 de marzo del 2001 un juez canadiense asestó un golpe mortífero contra los derechos de los agricultores al sentenciar que Percy Schmeiser, de una familia de agricultores de tres generaciones en Saskatchewan, Canadá, debe pagar a Monsanto miles de dólares por "violar" el monopolio de los Gigantes Genéticos sobre una semilla transgénica de colza-canola.

De acuerdo con la ley canadiense de patentes, en los Estados Unidos y en muchos otros países industrializados, es ilegal que los agricultores reutilicen semillas patentadas, aunque provengan de su propia cosecha, o que cultiven semillas transgénicas de Monsanto sin firmar previamente un acuerdo de licencia de uso de la tecnología.

Si los gigantes genéticos y los negociadores de comercio de los Estados Unidos en la OMC y el ALCA se salen con la suya, todas las naciones del mundo se verán forzadas a adoptar leyes de patentes que prohíben a los agricultores guardar semillas para el siguiente ciclo. La sentencia contra Schmeiser establece un precedente aún más peligroso, porque significa que los agricultores pueden ser forzados a pagar regalías sobre las semillas transgénicas que se encuentren en sus campos, aún si ellos no tuvieron la intención de comprarlas, ni sacaron de ellas ninguna ganancia.

Percy Schmeiser no compró semillas patentadas de Monsanto, ni tampoco las obtuvo ilegalmente. El polen de las semillas genéticamente modificadas de canola voló a su campo de cultivo proveniente de granjas vecinas. (Los vecinos de Percy Schmeiser y aproximadamente 40% de los granjeros en el oeste de Canadá cultivan canola transgénica). Los genes de la canola transgénica de Monsanto invadieron la tierra de Schmeiser sin su consentimiento. Poco después, la "policía genética" de Monsanto allanó su campo y tomó muestras de semilla sin permiso.

Percy Schmeiser fue víctima de la contaminación de los cultivos transgénicos, pero la corte dice que ahora él debe pagar a Monsanto $10,000 dólares por concepto de pago de licencia y hasta $75,000 dólares por regalías y multas sobre las ganancias de lo cultivado desde 1998.

RAFI. Rural Advancement Foundation International. Fundación Internacional para el Progreso Rural. rafi@rafi.org/www.rafi.org Geno-type05/04/2001

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, M.A. (1997). El agroecosistema: determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. En Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. M.A. Altieri (Ed.) CLADES/ACAO, La Habana.

ALTIERI, M.A. (1992). El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. Agroecología y Desarrollo 4.

FERNÁNDEZ, J. (2000). Variedades locales y producción ecológica. *Savia* 7, 16-24.

GUZMÁN CASADO, G.I.; J.J. SORIANO NIEBLA; S.F. GARCÍA JIMÉNEZ; M.A. DÍAZ DEL CAÑIZO (2000). La recuperación de variedades locales de hortícolas en Andalucía (España) como base de la producción agroecológica. En Guzmán Casado, Gloria; Manuel González de Molina y Eduardo Sevilla Guzmán (Coord.) Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi-Prensa, Madrid.

LAMMERTS VAN BUEREN, E.T.; M. HULSCHER; M. HARING; J. JONGERDEN; J.D. VAN MANSVELT; A.P.M. DEN NIJS; G.T.P. RUIVENKAMP (1999). Sustainable Organic Plant Breeding. Final report: a vision, choices, consequences and steps. Louis Bolk Institute, Driebergen.

LOREAU, M.; NARAYAN BEHERA (1999). Phenotypic diversity and stability of ecosystem processes. *Theoretical Population Biology* 56, 29-47.

MONTECINOS, C. (2000). ¿Habrá llegado la hora de ver en qué callejón nos hemos metido? *Biodiversidad. Sustento y culturas* Compendio 2: 1997-1999, 74-81.

ROSELLÓ, J.; A. DOMÍNGUEZ; M.I. RODRIGO; J.A. MOLLÁ (2000). Tipificación y caracterización de diversas variedades locales en horticultura ecológica valenciana. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE, Córdoba.

SARANDON, S.J.; R. SARANDON (1995). Mixture of cultivars: Pilot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (Triticum aestivum). *Journal of Applied Ecology* 32: 2, 288-294.

SHAND, H. (1997). Human Nature: Agricultural Biodiversity and Farm-Based Food Security. RAFI/FAO.

SMITHSON, J.B.; J.M. LENNE (1996). Varietal mixtures: A viable strategy for sustainable productivity in subsistence agriculture. *Annals of Applied Biology* 128, 1127-158.

SORIANO NIEBLA, J.J.; J. FERNÁNDEZ SANTAMARÍA; A. TOLEDO CHÁVARRI (2000). Biodiversidad agrícola, agricultores y erosión genética. Discursos y disposiciones legales que la condicionan. Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE, Córdoba.

TOLEDO, A. (2000). ¿Adiós a la biodiversidad agrícola? *Savia* 7, 34-36.

WYSS, E.; E. LAMMERTS VAN BUEREN; M. HULSCHER; M. HARING (2001). Plant Breeding Techniques. An Evaluation for Organic Plant Breeding. Fibl Dossier. No. 2.

NOTAS

1 En este escrito, y con el objeto de hacer menos pesada su lectura, se utiliza el término semillas en sentido amplio, abarcando tanto el concepto botánico de semilla como cualquier material de reproducción vegetal utilizado por los campesinos para multiplicar los individuos o establecer las cosechas.

2 «Se deberá emplear semillas en los que el parental femenino se halla cultivado en ecológico al menos una generación en plantas anuales o bianuales. En plantas vivaces este periodo será como mínimo de dos temporadas de cultivo». Artículo 6 del Reglamento (CEE) nº 2.092/91 del Consejo de 24 de junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.

3 Reproducido literalmente de la Estrategia Española de Diversidad Biológica (MMA 1998) 1ª Parte. 2: los componentes de la diversidad biológica y su estado de conservación, p. 38.

4 La Sexta reunión extraordinaria de la Comisión adoptó el Compromiso Internacional revisado el 1 de julio de 2001. El Compromiso revisado fue aprobado por la Conferencia de la FAO en su Trigésimo primero período de sesiones, en noviembre de 2001.

La seguridad en los alimentos ecológicos y mecanismos de control

Mª T. CANTÓ LÓPEZ[1]

[1] Escuela Universitaria del Área de Derecho Administrativo de la Universidad de Alicante.

INTRODUCCIÓN

La agricultura ecológica se define como un método de producción que pone el acento en la protección del medio ambiente, y los aspectos de bienestar animal, en el ámbito de la producción animal. A nivel comunitario se regula mediante el Reglamento (CE) 2.092/91, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios, complementado por el Reglamento (CE) 1.804/1999, por el que se incluyen las producciones animales.

El término «ecológico» se aplica a los productos alimenticios que han sido producidos con arreglo a unas normas orgánicas a lo largo de las fases de producción, elaboración y comercialización, a la vez que han sido certificados por un órgano o entidad de certificación debidamente constituido. Significa que el producto ha sido producido y elaborado conforme a la reglamentación establecida, pero la reglamentación orgánica no excluye el cumplimiento de los requisitos generales de la legislación alimentaria como los reglamentos sobre inocuidad de los alimentos, registro de plaguicidas o las normas de etiquetado general.

La experiencia en los casos de la EEB y la crisis de la dioxina ha producido como efecto que los consumidores prefieran el consumo de esos alimentos, y que las instituciones comunitarias y los Estados Miembros fomenten determinados tipos de producción agraria como la agricultura ecológica sobre la base de la minimización de riesgos ambientales y de salud para los consumidores, e incluso modifiquen sus políticas agrarias hacia la protección de los consumidores, como en Alemania.

El crecimiento de este sector pone de manifiesto la cuestión acerca de la salubridad e inocuidad de los alimentos orgánicos. Como veremos, los alimentos ecológicos están sometidos a iguales riesgos que los alimentos convencionales, si bien en menor medida puesto que en este método de producción se reduce el empleo de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, por ejemplo.

La siguiente ponencia sobre «el control de los alimentos ecológicos» va a enfocarse a los aspectos de calidad de los alimentos orgánicos y a los aspectos del régimen obligatorio de inspección y control. En cuanto a los aspectos de calidad, nos fijaremos en la regulación de la salubridad o inocuidad de los alimentos desde el productor hasta el consumidor junto con la observancia de las normas de medio ambiente y bienestar de los animales. De otro lado, en cuanto al régimen de control nos fijaremos en los órganos de control y en las operaciones de control.

ASPECTOS DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS ECOLÓGICOS

Inocuidad de los alimentos y su regulación

a) Principios generales

A los alimentos ecológicos son aplicables las reglas y principios generales de la legislación alimentaria y de los sistemas de prevención de riesgos. En primer lugar, se exige la inocuidad de los alimentos ecológicos desde la fase de producción hasta el consumidor con arreglo al principio de «la granja a la mesa». Este principio contiene un enfoque global e integrador de toda la cadena alimentaria, desde la producción hasta el consumidor. De esta manera, el principio de «la granja a la mesa» proporciona las actuaciones preventivas en todos los segmentos de la cadena alimentaria, como la producción de alimentos, la producción primaria, la transformación de alimentos, el almacenamiento, el transporte y la venta minorista. Para asegurar este principio se necesita un sistema eficaz de trazabilidad.

En segundo lugar, también se espera que los alimentos ecológicos sean seguros, conforme al principio de la seguridad alimentaria introducido en el marco de la UE, mediante el reglamento 178/2002, de 28 de enero, por el que se establecen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria. Este principio sostiene que sólo pueden comercializarse los alimentos seguros, considerándose como no seguros aquellos nocivos para la salud y los que no sean aptos para el consumo humano.

Para asegurar este requisito se introduce un sistema de alerta rápida y programas de inocuidad de los alimentos basados en sistemas de análisis de riesgos y de los puntos críticos de control (HACCP) que tiene por objeto asegurar el cumplimiento de todos los reglamentos pertinentes. Se trata de un sistema que permita seleccionar, gestionar y comunicar toda la información disponible sobre las cuestiones de seguridad alimentaria, basado en tres principios fundamentales: la evaluación y determinación del riesgo, la estrategia de gestión del riesgo y la comunicación del riesgo.

b) Peligros

La reglamentación comunitaria sobre la producción ecológica establece requisitos adicionales sobre inocuidad de los alimentos, ya que forman parte intrínseca de la identificación y etiquetado de los productos como «ecológicos». Podemos hablar de dos tipos de peligros: químicos y microbiológicos.

En ambos tipos, los riesgos potenciales se reducen por dos motivos: porque en la agricultura orgánica se reduce el empleo de insumos agrícolas sintéticos como herbicidas, fertilizantes, funguicidas, medicamentos veterinarios alopáticos, y conservantes y aditivos sintéticos, así como la irradiación. De estudios comparativos se demuestra que en los productos orgánicos se encuentran niveles bajos de residuos de plaguicidas y que los plaguicidas naturales están sometidos a programación, también se demuestran menor contenido de nitratos y de contaminantes persistentes.

En cuanto a la producción animal se excluye la utilización de medicamentos alopáticos sintetizados químicamente, basándose la prevención en una selección de razas apropiadas, una alimentación equilibrada un entorno favorable. Además, exige que el ganado sea alimentado con

piensos producidos orgánicamente, lo que en teoría reduce la posibilidad de contaminación por piensos.

En general, el reglamento 178/2002, ha establecido para la legislación alimentaria los requisitos para garantizar la inocuidad de los piensos. En primer lugar, como regla general, se prohíbe la comercialización y alimentación de animales con piensos que no sean seguros. Se considera que no es seguro cuando tenga un efecto perjudicial para la salud humana o de los animales y que haga que el alimento obtenido a partir de animales destinados a la producción de alimentos no sea seguro para el consumo humano. Cuando la Administración considere que el pienso no es seguro podrán imponerse restricciones a la comercialización y determinar su retirada. Para garantizar la inocuidad de los piensos se establece un mecanismo de responsabilidad de las empresas alimentarias y de piensos, y un sistema de trazabilidad donde los explotadores de empresas alimentarias y de piensos deben identificar a cualquier persona que los haya suministrado.

Como hemos dicho, en la agricultura ecológica, la alimentación animal se basa en la utilización de piensos ecológicos, aunque puede autorizarse un porcentaje (30 al 60%) en pienso en conversión o los convencionales cuando al ganadero le resulte imposible obtener alimentos de producción ecológica. Ocurre que en los piensos ecológicos no hay una norma sobre la trazabilidad y requisitos de la inocuidad de tales piensos, solamente se establece que los tipos de alimentos y su proporción en la alimentación deben aparecer en el registro de los animales de la explotación.

Hay que decir que el riesgo de contaminación alimentaria por piensos también existe en la agricultura ecológica. Recientemente, en Alemania[1] se ha producido la contaminación en alimentos ecológicos mediante la detección de restos del herbicida Nitrofeno, prohibido en la UE, en el trigo utilizado para alimentar a las aves en un criadero biológico de baja Sajonia. Según datos del Ministerio alemán la cantidad de cereales contaminados asciende a 550 toneladas, transmitiéndose la contaminación a productos infantiles. La respuesta de las autoridades ha sido lenta y se han adoptado medidas restrictivas: el sacrificio de animales y la retirada del mercado de los productos pertinentes con el sello ecológico. Tal es el escándalo que la ministra ha calificado el hecho como un «acontecimiento monstruoso».

Bienestar animal

En la producción animal, la agricultura ecológica se caracteriza por prestar una atención especial al bienestar de los animales. En cuanto a las prácticas de gestión zootécnica se prohíben y se limitan determinadas prácticas para evitar sufrimiento a los animales (se prohíbe mantener atados a los animales, en jaulas, en concentraciones incompatibles con su comodidad o bienestar) o por ejemplo, en materia de transporte debe realizarse de modo que se reduzca el estrés de los animales.

Por lo que se refiere al bienestar animal, este régimen se funda en dos principios generales:

- El alojamiento debe responder a sus necesidades biológicas y etológicas: esto implica que las condiciones del alojamiento deben ser no nocivos para los animales y los edificios deben permitir una abundante y natural ventilación y entrada de luz. Se prevén disposiciones específicas para mamíferos, cerdos y aves de corral.
- Los corrales, zonas libres y espacios abiertos deben ofrecer una protección suficiente contra la lluvia, viento, sol y temperaturas extremas.

Estos dos principios generales se complementan con las indicaciones de carga ganadera y prevención del sobrepastoreo, y disposiciones específicas para mamíferos y aves de corral. Para garantizar el bienestar animal, el anexo VIII recoge las superficies mínimas cubiertas y al aire libre y otras características de alojamiento de las distintas especies y distintos tipos de producción.

ASPECTOS JURÍDICOS DEL RÉGIMEN DE CONTROL

La reglamentación comunitaria establece los mecanismos pertinentes para garantizar que en su producción se han observado todas las directrices pertinentes en materia de inocuidad y seguridad de los alimentos mediante un sistema eficaz de trazabilidad de los productos y un sistema de inspección y certificación propios.

Trazabilidad

La trazabilidad tiene que ver con la «capacidad de seguir la pista de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o un ingrediente a través de todas las etapas de producción y distribución. El Reglamento (CE) 2.092/91 sobre producción agrícola ecológica, modificado por el Reglamento 1.804/1999, que complementa el anterior para las producciones animales, ha introducido el postulado de la trazabilidad en la producción animal cuando señala que «El régimen de control aplica las medidas precautorias y de control que se incluyen en el anexo III del Reglamento 2.092/91[2] y en el apartado 9.12 del mismo reglamento». Esta disposición incorpora a la producción agrícola ecológica vegetal y animal, el concepto de «trazabilidad»[3]. En concreto, el texto comunitario hace responsables a los Estados Miembros de la garantía de que la actividad de control se extienda a todas las fases de producción, el sacrificio, el despiece y cualquier otra elaboración hasta la venta al consumidor, con el objeto de garantizar técnicamente la trazabilidad de los productos animales a lo largo de toda la cadena de producción, tratamiento y elaboración, desde la unidad de producción del animal hasta la unidad de envasado o el etiquetado final. Con esta determinación se hace posible técnicamente el principio de «la granja a la mesa», propio del ámbito de la seguridad alimentaria. Una vez que los Estados Miembros hayan adoptado las medidas necesarias, deberán comunicar a la Comisión y a los demás Estados Miembros las medidas adoptadas y los resultados de su seguimiento. El reglamento aplica el principio de precaución en la producción animal de carne y también en la producción animal distinta de la carne, ya que debe garantizar una trazabilidad de los productos. Como señala, S. Losada, la aplicación de un sistema de rastreo puede ser más fácil para unos productos que para otros, a la vez que expone que este sistema sirve para identificar la procedencia de los productos pero que por sí sólo no impide un riesgo de contaminación[4].

En la actualidad, la trazabilidad se manifiesta para el agente de la cadena alimentaria mediante un sistema de etiquetado en el que consten las siguientes informaciones:

b) El nombre y dirección del operador.
c) El nombre del producto.
d) El nombre y núm. de código del organismo de control.

e) La marca de identificación del lote de acuerdo con un sistema de marcado regulado a escala nacional o bien convenido con el convenido con el organismo o autoridad de control, y que permita poner en relación el lote con la contabilidad del registro de existencias.

Sistemas/órganos

Con arreglo a la normativa comunitaria, el Estado Miembro tiene la obligación de establecer un sistema de control, cuya aplicación corresponde a una o más autoridades públicas de control y/o a organismos de control privados autorizados. Quiere decir que deja libertad a los Estados Miembros para adoptar uno de los tres modelos siguientes:

a) un sistema de organismos de control privados autorizados, los cuales deben cumplir las condiciones de la norma EN 45011, que establece las reglas que deben cumplir los organismos de certificación. Este sistema ha sido adoptado por Austria y Alemania que tienen organismos autorizados a nivel de cada Estado federado y sus actividades se limitan a determinados estados específicos, además también han optado por este sistema Bélgica, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Portugal y Suecia.
b) un sistema de una autoridad o varias autoridades de control públicas designadas. Entre los Estados Miembros que han adoptado este sistema se encuentra España, Islandia, Países Bajos, Finlandia y Dinamarca.
c) un sistema compuesto por una autoridad de control pública designada y de organismos de control privados autorizados. Por este sistema han optado Reino Unido, Noruega y Luxemburgo. Novedosamente, este sistema mixto de control ha sido adoptado en España, y en particular en las Comunidades Autónomas de Andalucía y Castilla-La Mancha.

El operador tiene derecho a elegir un organismo de control privado o acudir a la autoridad pública de control competente, autoridad u organismo de control que efectuará las operaciones de control y le expedirá la certificación de «agricultura ecológica».

El sometimiento al régimen de control se inicia en el momento en que el operador cumple con la obligación de pagar la contribución a los gastos de control. El reglamento debería haber definido qué se entiende por «contribución a los gastos de control», ya que surge cuestión de si esa contribución es un precio o una tasa que debe hacerse al órgano o autoridad de control, cuestión que trataremos en el capítulo dedicado a la agricultura ecológica en España.

Además aquellos Estados que hayan elegido un sistema con organismos privados autorizados designarán una autoridad encargada de la autorización y supervisión de los mismos. La autoridad competente para otorgar la autorización a un organismo privado tendrá en cuenta el programa de control del organismo, las sanciones, los recursos del organismo y la objetividad del mismo en su actuación. Una vez concedida la autorización, la autoridad competente realiza funciones de tutela sobre el organismo de control y en particular le corresponde garantizar la objetividad de las inspecciones, comprobar la eficacia del control, tomar nota de las infracciones comprobadas y de las sanciones aplicadas y retirar la autorización en caso de incumplimiento de sus requisitos. Estos datos nos indican que los Estados Miembros deben asegurar que la actividad de control se desarrolle conforme a los principios de objetividad, legalidad y eficacia, por lo que, aunque no se diga expresamente, será necesario que el órgano de control tenga esencialmente una solvencia técnica y financiera, y tenga la nota de la imparcialidad en su actuación.

En este caso, la autorización del organismo privado de control, el cual tiene que cumplir los requisitos de la norma EN 45011, es un elemento necesario para que pueda actuar en los procedimientos de control. Una vez autorizado el organismo de control, la autoridad competente del Estado Miembro debe iniciar un procedimiento de notificación a la Comisión para que pueda publicarse en la lista oficial de organismos y autoridades públicas encargados de realizar los controles en virtud del art. 15 del reglamento (CEE) 2.092/91[5].

Por su parte, los organismos de control tienen el deber de facilitar a la autoridad competente la actividad de inspección de sus actividades y centros, así como remitir a la autoridad competente una lista de los operadores sometidos a control.

Tanto a las autoridades de control como a los organismos privados les corresponde garantizar las medidas de control previstas, guardar el debido sigilo en cuanto a los datos o informaciones que conozcan en el ejercicio de sus funciones[6], hacer que se supriman las indicaciones en caso de irregularidades, y prohibir al operador la comercialización del producto en caso de una infracción manifiesta o de efecto prolongado.

Operaciones de control. Potestades de inspección

El anexo III contiene los requisitos mínimos de control que deben adoptar la autoridad de control o los organismos privados de control. Tales órganos llevan a cabo una verdadera actividad inspectora de carácter público, porque entendemos que no se trata de una actividad de carácter técnico sino de participación en el ejercicio de funciones públicas, que los entes privados ejercen por delegación, habilitados en cada caso por la ley o por una autorización[7].

La actividad de inspección, en general, se desarrolla a través de las siguientes operaciones, si bien hay disposiciones específicas en función de las operaciones sujetas a control (producción, transformación y envasado, e importación) y en función del tipo de producción ecológica, vegetal o animal:

1. Control inicial

El inicio de la actividad inspectora o de control se inicia a instancia de parte, con la presentación del operador de una declaración inicial. En primer lugar, el operador deberá elaborar una *declaración* que contenga una descripción completa de la unidad, una lista de medidas concretas previstas para garantizar la observancia de la reglamentación comunitaria, y un compromiso en el que se manifiesta su aceptación sobre las medidas que se le impongan en caso de infracción, de cumplir las operaciones en conformidad con el reglamento y aceptar informar por escrito a los compradores del producto que se retira de dicha producción. En vistas al posterior intercambio de información entre los órganos de control, la declaración deberá contener el consentimiento del operador y de sus subcontratistas en beneficio del intercambio de información. La declaración es objeto de comprobación por el organismo o autoridad de control, que concluirá con un *informe* donde constarán las posibles deficiencias e incumplimientos así como las medidas correctoras. La declaración deberá ir firmada por el operador quien tiene la obligación de realizar las actuaciones correctoras.

2. Notificaciones

El operador dentro de su función de autocontrol tiene el deber de notificar o comunicar en su debido momento al órgano de control, cualquier cambio de los aspectos contenidos en la declaración y en su actividad de control.

3. Visitas de control

Una parte importante de la actividad de control es la inspección «in situ», que tiene lugar a través de la visita de control. Con la visita, se consigue inmediatez, lo que aporta un valor probatorio a las actividades inspectoras. El organismo de control realiza un control «in situ», con cierta periodicidad, pero como mínimo debe ejercerla al menos una vez al año. La visita de control tiene como objeto físico la unidad de producción/elaboración u otros locales, en consecuencia nos remite a la cuestión de los límites de acceso a la explotación y a los locales incluidos en ellas. En este punto, se plantea si es necesario en este caso, la orden judicial para el acceso a los locales para inspeccionar y si éstos tienen la consideración de domicilio. Prima facie, existe la obligación de facilitar la inspección y el acceso a los locales con la finalidad de que se tomen muestras, se verifiquen productos, etc., y en el supuesto de que exista una negativa se cometería una infracción administrativa con el inicio del correspondiente procedimiento sancionador. Entendemos junto con I. Aguirreazkuenaga, que la autorización judicial será necesaria en caso de que no exista consentimiento y se afecte la inviolabilidad de domicilio de la empresa[8].

Además, las visitas de control tienen carácter aleatorio, y podrán ser anunciadas o no, es decir, no es necesario realizar un preaviso a la explotación. Con ello, la normativa establece que el acceso a los lugares de control no requiere previo aviso o notificación al operador, practicándose una visita por sorpresa. Si bien no hay una obligación de notificación o preaviso, la persona encargada del control comunicará al operador o la persona que lo represente su presencia en la explotación. Además, las visitas tendrán lugar en las explotaciones o en situaciones en las que puedan existir riesgos específicos o de sustitución de productos de la agricultura ecológica por otros productos.

Dentro de esta comprobación directa en la explotación, cabe que el órgano de control pueda recoger muestras para comprobar que no se utilizan sustancias y productos prohibidos, si sospecha o comprueba la posibilidad de contaminación del producto. Correlativamente, los administrados tienen la obligación de permitir y facilitar la toma de muestras, colaborando en los aspectos técnicos y de cualquier información necesaria al respecto.

La norma comunitaria faculta al organismo de control a realizar la toma de muestras para la búsqueda de productos no autorizados, para comprobar la utilización de técnicas no conformes con el reglamento, o para detectar posibles contaminaciones por productos no autorizados. Esta posibilidad debe interpretarse restrictivamente, y se hará uso cuando exista una *presunción* de que se haya utilizado un producto no autorizado. Preventivamente, el operador cuando considere o «sospeche», es decir, tenga duda, de que un producto no cumple los requisitos de control, tiene la obligación positiva de impulsar e iniciar procedimientos para retirar del producto la referencia al método de producción ecológico y separar el producto. Además, deberá informar inmediatamente al órgano de control, el cual, provisionalmente, podrá exigir que el producto no salga al mercado con las indicaciones protegidas hasta que la duda haya quedado disipada, cumpliendo una facultad de autocontrol.

Cuando el órgano de control tenga la «sospecha fundada» de que el operador tiene la intención de poner en el mercado un producto que no cumple las indicaciones de control, pero lleva la referencia al método de producción, podrá decidir cautelarmente que el operador no pueda comercializar el producto con esa referencia. Si se confirma su sospecha podrá retirar del producto la indicación al método de producción ecológica, en caso contrario, su decisión será cancelada, antes del transcurso de un plazo concreto desde su decisión. En este procedimiento, el operador tiene un deber de colaboración más intenso con el órgano de control para resolver la sospecha.

Una vez realizado el control, la visita termina con un *informe de inspección* que será firmada por el responsable de la unidad o por su representante. El informe de inspección se asimila en cuanto a su contenido, valor probatorio y sus efectos a las actas de inspección. Lo más destacable es el valor probatorio que atribuye a los hechos contenidos una presunción de veracidad, no derivada de la ley sino de las pruebas practicadas durante la inspección[9].

4. Registros o contabilidad documentada

La contabilidad está orientada a permitir al órgano de control pueda encontrar el origen, la naturaleza de los productos comprados, de los productos vendidos y de los ingredientes, aditivos utilizados en la fabricación de los productos.

Al productor le corresponde la llevanza de la contabilidad que permita una rastreabilidad óptima de los productos. Esta exigencia se materializa en la existencia de dos registros: el registro de existencias y el registro financiero. En ellos deben figurar los datos que permitan localizar al suministrador, vendedor o exportador de los productos, los datos sobre la naturaleza y cantidades de productos entregados a la unidad y sus destinatarios y cualquier otra información que corresponda verificar al órgano de control. A estos registros se adiciona el registro de los animales, que muestra el modo de gestión de los animales.

5. Acceso a las instalaciones

Los operadores tienen la obligación genérica de permitir al organismo de control tenga acceso, en su función inspectora, a las instalaciones, contabilidad escrita, o cualquier otra información necesaria. En este sentido, deberá facilitar al organismo de control toda información que considere necesaria para la inspección. Recíprocamente, el órgano de control podrá efectuar requerimientos sobre los resultados de los programas voluntarios de gestión y muestreo. En este momento, los importadores y primeros destinatarios deberán presentar los permisos y certificación de control.

6. Envasado, transporte y almacenamiento

La autoridad de control inspecciones estas fase gracias a la información dada por el operador en la etiqueta o en un documento de acompañamiento, sobre la identificación del operador o vendedor del producto, el nombre del producto, la marca de identificación del lote, y el nombre o código del organismo de control de quien dependa el operador. Para el transporte, los producto-

res agrarios deben ir cerrados de forma que no pueda sustituirse su contenido, salvo que exista un consentimiento del organismo de control, los productos se acompañen de un documento de acompañamiento y el transporte se realice entre un productor y otro operador sometido al régimen de control.

En el caso de la producción vegetal, se establecen disposiciones específicas en cuanto a la elaboración de los productos. En este caso, la unidad de elaboración que transforma productos ecológicos y productos de origen convencional tienen la obligación de disponer lugares separados para la transformación, almacenamiento y envasado de los productos. Las medidas de control deben asegurar la identificación de los productos ecológicos y evitar su confusión.

CONCLUSIONES

En resumen, el sistema de producción ecológico tiene su fundamento en la protección del ambiente a través de sus normas específicas de producción. Al consistir en la prohibición de usar productos químicos de síntesis y otros ingredientes sintéticos consigue indirectamente minimizar los riesgos sobre la salud de los consumidores. No significa que sean más sanos y nutritivos que otros cuantitativamente hablando, pero sí se aprecian mejor las cualidades organolépticas de los productos. Se eligen porque en este tipo de producción se protege el medio ambiente y se respetan las normas de bienestar animal.

Los alimentos ecológicos deben cumplir la legislación alimentaria general, no son distintos a los alimentos convencionales, sin embargo sí tienen un plus de valor por el fundamento en la protección del medio ambiente que se inserta en el mercado por un mayor precio.

Este tipo de agricultura ecológica puede ser una salida para los países del tercer mundo, ya que producen de acuerdo a prácticas tradicionales, sin empleo de fertilizantes y productos químicos.

NOTAS

1 La Delegación alemana ante el Consejo de Agricultura de la Unión Europea, en su sesión núm. 2.441 del Consejo, de 27 de junio de 2002, informó de las medidas adoptadas a raíz del descubrimiento de los residuos de nitrofeno. En primer lugar, acordó la prohibición de poner en circulación productos de las empresas que fabrican piensos y de las explotaciones agrícolas afectadas por la contaminación; en segundo lugar, un muestreo de los productos de las empresas afectadas y la decisión de mantener o suspender la prohibición. La prohibición afecta a 500 empresas de las cuales sólo 4 siguen afectadas por la misma. En el caso de los piensos y alimentos ecológicos la fuente de contaminación era un almacén situado en Malchin, que se utilizaba en la antigua República Democrática para almacenar productos fitofarmacéuticos que contenían nitrofeno. Por esto, se prohibió a las empresas y a los fabricantes de piensos que recibían entregas de este almacén, que pusieran en circulación sus productos.

2 La última redacción del Anexo III se precisa en el Reglamento (CE) nº 2.491/2001 de la Comisión de 19 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 2.092/91. DOCE L 337, de 20.12.2001.

3 La nueva legislación comunitaria del sector de la carne de vacuno ha introducido la obligatoriedad de aplicar la trazabilidad en dicho sector. Así el Reglamento (CE) nº 1.760/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de julio de 2000, que establece un sistema de identificación y registro de los animales de la especie bovina y relativo al etiquetado de la carne de vacuno y de los productos a base de came de vacuno y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 820/97 del Consejo (DOCE L 204 de 11.08.2000) y su reglamento de aplicación, aplica el concepto mediante un sistema de etiquetado obligatorio, que garantice una relación entre la identificación de las canales, cuartos o trozos de carne, por un lado, y, por otro, cada animal, o, cuando ello sea suficiente para permitir establecer la veracidad de la infomación que contenga la etiqueta, el grupo de animales.

4 S. LOSADA. *La gestión de la seguridad alimentaria.* Ariel, Barcelona, 2001, p. 155.

5 Última lista publicada en DOCE C 354 de 9.12.2000.

6 En el desarrollo de su actividad, y en particular a través de la visita y documentación, los órganos de control o autoridades de control tienen acceso a datos e informaciones susceptibles de afectar a la intimidad de los sujetos, datos económicos o a secretos comerciales. Esta razón es la que se adopta un deber general de sigilo o discreción sobre los datos o informaciones conocidas en el ejercicio de sus funciones. Este deber general es propio de los cuerpos de inspección o funcionarios. Así lo ha destacado S. FERNÁNDEZ RAMOS. *La actividad administrativa de inspección. El régimen jurídico general de la función inspectora.* Comares, Granada, 2002, p. 259.

7 S. FERNÁNDEZ RAMOS. Ob. cit, p. 530. El autor mantiene que las entidades colaboradoras ejercen una verdadera función pública de inspección y no una mera actividad de control de carácter técnico.

8 I. AGUIRREAZKUENAGA. «La coacción administrativa directa en el ámbito de la inspección de consumo. Límites en el acceso a los locales a inspeccionar», *REDA*, núm. 69, enero-marzo, 1991; cuando dice expresamente «si no mediare consentimiento del interesado ni se estuviere en presencia de la comisión de un delito flagrante sería imprescindible la previa autorización judicial, puesto que ni siquiera habilitaciones como la ya contemplada en el artículo 31.1. a) de la Ley General de Sanidad o la más reciente ley del Medicamento pueden permitir acceder a un local que tenga la consideración de domicilio. Todo ello con independencia de que una vez verificada la resistencia a la inspección se iniciare el oportuno procedimiento sancionador».

9 S.FERNÁNDEZ. Ob cit. El autor dedica un capítulo de su obra a las actas de inspección, recogiendo la doctrina del TS y TC en esta materia, así como las consideraciones de la doctrina especializada.